

## 坂本ダムの工事を終えて

吉 越 盛 次\*

### 1. ま え が き

坂本アーチダムは、熊野川水系北山川支流東の川の上流奈良県吉野郡上北山村坂本に建設された高さ 103 m 頂長 256.3 m のドーム型アーチダムである。

ダムの工事は昭和 35 年 2 月に着手され、ダムおよび付属構造物を入れて、約 181 000 m<sup>3</sup> のコンクリートを打ち込み、昭和 37 年 3 月末工事を完了した。貯水は昭和 36 年 12 月 6 日に開始され、昭和 37 年 4 月 24 日尾鷲第一発電所の運転を開始したが、貯水池は、昭和 37 年 7 月 27 日の台風第 7 号による降雨によって、はじめて満水越流し、その最高水位は標高 388.30 m に達した。

かえりみれば、昭和 27 年、電源開発 K K は、その設立とともに、調査指定河川となった熊野川の開発計画の立案に着手し、以来幾多の計画案の変更を重ねて昭和 34 年 7 月尾鷲分水計画、本流計画の北山川一貫開発計画の成案を見て、その分水計画の第一次着手地点として坂本ダムが目の目を見るに至ったものであった。元来北山川は、水源大台ヶ原に大きな降水量をもつとはいえ、その流水の大半は台風シーズンに集中する洪水であって雪どけ水は全くなく、かつ山は低くその最高の貯水池である坂本の満水位標高でさえ 387.5 m にすぎない。すなわち流況は悪く落差にとぼしい川として、その発電経済的な開発には、水没補償物件の多いこと、国道、県道の不備とともに多くの困難をもっていた。この北山川特有の劣位は、貯水池による流況の改善を根幹とした計画によって補なわなければならないが、貯水池ダムは、あらゆる技術的進歩を導入して最も経済的にこれを作ることが要請されたのである。ここにおいて、電源開発 K K は重力ダム、ロックフィルダムのみでなく、アーチダムの調査研究に乗り出して行くこととなった。

坂本にアーチダムを築造することが決定的となった昭和 32 年より、当時の会社の最高首脳陣の工学博士内海清温先生（前総裁）、工学博士永田年先生（前理

事）によって、当社第一号である坂本アーチダムを外国技術の直接の援助をうけることなく、自らの力で作ることが決定せられたことは画期的なことであった。その際、求められたおもなる目標は、第一に「最も安全、安定であって、厚さの薄い経済的なアーチダム」ということであった。ここにおいて、関係技術者はあけて

(1) アーチダム応力解析における IBM 650 利用のためのプログラム化

(2) アーチダム応力研究のための構造模型実験

(3) アーチダムの振動性状と地震に対する振動模型実験

(4) アーチダム基盤岩盤の岩盤力学的調整

(5) アーチダム越流の水理学的研究ならびに模型実験

(6) 高強度マスコンクリート製造についての基礎的研究と試験

(7) アーチダム形状の設計検討

にしたがうこととなった。これらの課題は、実験設備の設置、運用をふくめてかなりの成果をあげたと考えられるが、問題の本質上、今なお研究続行中のものもある。

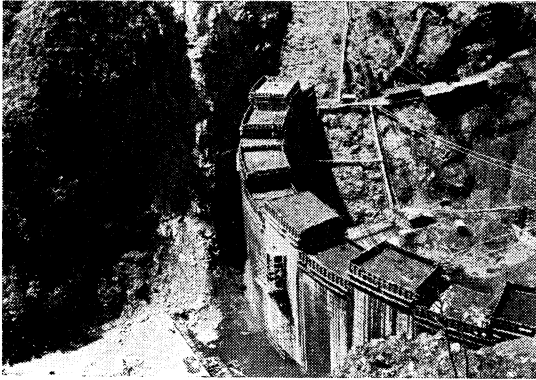
表-1 アーチダムの性状の比較

アーチダム	高さ H(m)	厚さ T(m)	H/T
坂本	103	12.2	0.12
佐々並川	67.4	8.8	0.13
二津野	76	11	0.14
綾北	77.3	13	0.17
殿山	64.5	12.7	0.20
黒部川第四	186	40.2	0.21
上椎葉	110	27	0.25
鳴子	94.5	28	0.28
二瀬	95	40	0.42

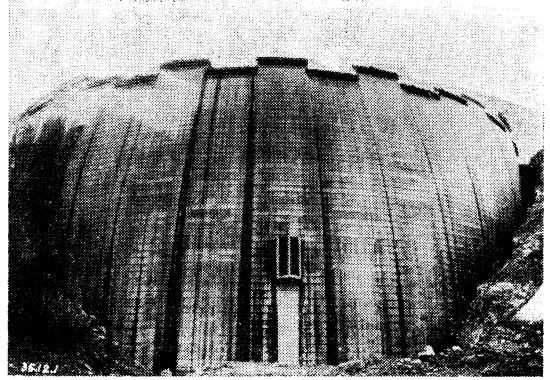
坂本アーチダムは、ここにおいて表-1 に見るように現在までにわが国で作られたアーチダムの中で最も薄いアーチダムとして出現することとなった。そして高さ 100 m を越すこのダムは、先進諸外国の直接の技術援助をうけることなく日本人の力のみによって、その地点の選定から形状の設計、応力の計算、各種の模型的研

\* 正員 電源開発 K K 土木部設計課長

工事中のダム



ほぼ完成に近づいたダム (36.12.3)



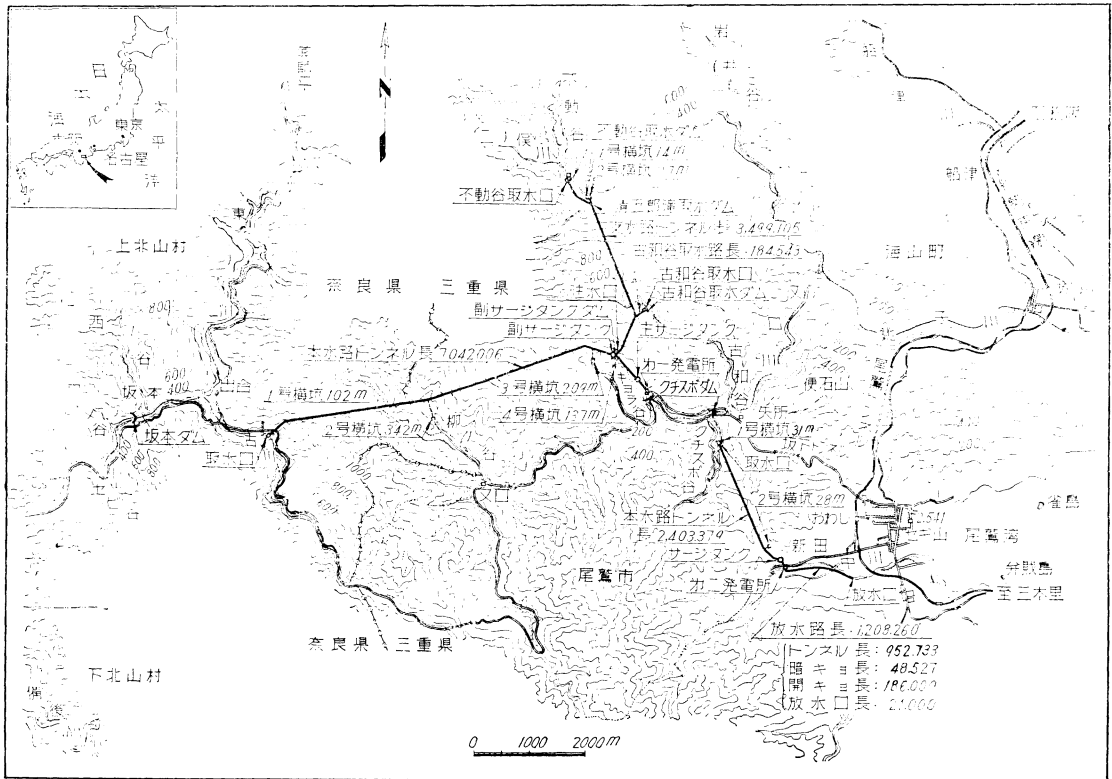
究検討を経て、施工に至るまでのいっさいが行なわれ、主要工事機械、工所用材料の全部が国産品によってまかなわれ、文字どおり「純国産」、「最高」、「最薄」のアーチダムとなった。

坂本アーチダムは、この地点の景観を考慮して大自然に人工の美を加える意図のもとにその形状各部の設計が行なわれ、そのコンクリート表面の仕上げの美しさは、最高の部に入ることを目標として努力された。

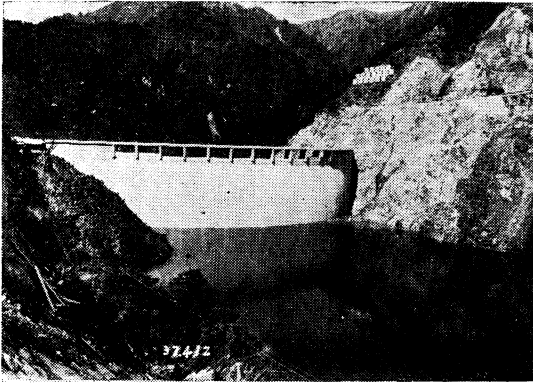
坂本ダムは、その薄いことに起因して作用応力が大きいため、マスコンクリートとしては比較的富配合であった。そのため圧縮強度を尺度とした品質の管理は、か

なり楽なものであったとはいえ、91日におけるコンクリート強度の変動係数が6%というオーダーに達したことは特筆すべきことであって、骨材品質の管理と練り混ぜの管理に綿密な注意の払われた結果を示している。またコンクリートが比較的富配合であったにせよ、ダム上下流面に見る表面仕上げの技術は、マスコンクリート全般の施工における真面目の現われであって、これはヒューマンリレーションを重く見た、工事組織、責任所在の明確化と工事組織をとおして個々の労務者に至るまで絶えず行なわれた教育の、たまものといえるであろう。事実、従来のダム工事現場に見るよりは、

北山川一貫開発計画図



## 湛水開始をしたダム全景



きわめて少ない施主側監督員の数をもって工事を遂行しえたことは、請負業者は、もはや“人夫供給業”ではなく“コントラクター”であるとの自覚が一段と強く打ち出されたことによるものである。このことは将来のダム工事に多くの示唆をもつものと思われる。

## 2. 坂本ダムの概要

### I. 一般事項

1. 所有者：電源開発KK
2. 取水河川名：熊野川水系北山川支流京の川
3. ダムの位置：奈良県吉野郡上北山村
4. 設置目的：電力の供給 最大出力 40 000 kW  
年間発生電力量 144 000 MWh
5. 発電所名：尾鷲第一発電所
6. 着工および竣工：着工 昭和 35 年 2 月  
竣工 昭和 37 年 6 月
7. 建設主および施工者：建設主 電源開発KK  
施工主 KK 熊谷組

### II. 水文気象および地質要項

1. 流域：集水面積 97 km<sup>2</sup>、地質 砂岩、粘板岩互層
2. ダム位置の河川：大瀬測水所（集水面積 141 km<sup>2</sup>）より換自然流量
  - (1) 既往最大流量 1 300 m<sup>3</sup>/秒
  - (2) 豊水量 12.01 m<sup>3</sup>/秒
  - (3) 平水量 5.91 m<sup>3</sup>/秒
  - (4) 低水量 3.21 m<sup>3</sup>/秒
  - (5) 渴水量 1.52 m<sup>3</sup>/秒
  - (6) 年平均流量 14.75 m<sup>3</sup>/秒
  - (7) 既往最渴水量 0.17 m<sup>3</sup>/秒
3. 降水量：大台ヶ原観測所
  - (1) 平均年雨量 4820.7 mm
  - (2) 最大日雨量 1 011.0 mm
  - (3) 最大時雨量 117.7 mm
  - (4) 平均年降水日数 189 日 寺垣内、前鬼、河合、池原観測所
4. 気温：大塚測候所
  - (1) 年平均気温 16.0°C
  - (2) 最高気温 37.5°C
  - (3) 最低気温 -6.5°C

## III. 設計要項

1. 計画洪水流量
  - (1) 計画洪水流量 1 500 m<sup>3</sup>/秒
  - (2) 異常洪水流量 1 800 m<sup>3</sup>/秒
  - (3) 洪水放水流量 計画洪水量に対し 1 600 m<sup>3</sup>/秒  
異常洪水量に対し 1 300 m<sup>3</sup>/秒
  - (4) 余水吐設計流量 1 800 m<sup>3</sup>/秒（異常洪水量）
2. ダム材料
  - (1) コンクリートの単位体積重量 2.41 t/m<sup>3</sup>
  - (2) 許容応力 圧縮 90 kg/cm<sup>2</sup>、引張 9 kg/cm<sup>2</sup>
  - (3) コンクリートのせん断強度 940 t/m<sup>2</sup>
  - (4) コンクリートの内部摩擦係数 1.48～1.68
3. 滞泥
  - (1) 深さ 30 m
  - (2) 見掛けの重さ 1.8 t/m<sup>3</sup>
  - (3) 泥圧係数 0.4
4. 水平震度：0.12（満水時）
5. 安定計算結果
  - (1) 計算方法 IBM 650 による荷重分割方法
  - (2) 最大応力度 圧縮 88.5 kg/cm<sup>2</sup>  
引張 8.4 kg/cm<sup>2</sup>
6. その他特に考慮した事項
  - (1) コンクリートの弾性係数 300 000 kg/cm<sup>2</sup>
  - (2) コンクリートのポアソン比 0.2
  - (3) 岩盤の弾性係数 100 000 kg/cm<sup>2</sup>
  - (4) 岩盤のポアソン比 0.2

## IV. 構造要項

1. ダムの型式：ドーム型コンクリートアーチ式ダム
2. ダムの高さ：103.0 m、基準高 101.4 m  
余裕高 1.6 m
3. ダム頂長：256.3 m
4. ダム頂幅：4.0 m
5. 基礎面における：12.780 m  
最大幅
6. ダム体積
  - (1) ダム本体 173 780 m<sup>3</sup>
  - (2) 水たたき 8 050 m<sup>3</sup>
7. 収縮継目の間隔および構造
  - (1) 横継目の間隔および構造 間隔 13.5 m キー：頂幅 150 mm、深さ 300 mm、底幅 750 mm、てい形歯型構造
  - (2) 継目止水工 厚さ 2 mm、幅 500 mm、Z 型鋼板ダム上流面より 300 mm に埋設
  - (3) 継目グラウト グラウトリフト 1.5 m、注入圧力 2 kg/cm<sup>2</sup>
8. 歩廊
  - (1) 高さおよび幅 高さ 1.524 m、幅 0.900 m
  - (2) 位置 標高 375.000～標高 315.500
  - (3) 延長 水平部 868.700 m、階段部 164.000 m
9. 余水吐
  - (1) 型式寸法、数 頂部越流型  
中央越流部：10 m 幅、7 門  
両側越流部：10 m 幅、4 門
  - (2) 越流頂長 110 m

10. 減勢設備

- (1) 型式、構造寸法 減勢池式、ダムから下流に 40m、幅 120m、深さ 23.5m、底；コンクリート水たたき

11. 放流設備

- (1) 放流管位置、寸法 堤体中央、標高 321.500 寸法；内径 1.5m
- (2) バルブ スルースバルブ、ハウエルパンガーバルブ 各1基

V. 施工要項

1. 河流付替え

- (1) 仮排水路、寸法 トンネル内径；無巻部 6.2m、巻立部 5.0m、長さ 243m
- (2) 通水容量 140m<sup>3</sup>/秒

2. コンクリート

- (1) 骨材の種類 河川滞積砂れき
- (2) 骨材の岩質 砂岩、粘板岩、石英はん岩10%程度
- (3) 骨材種別の数 粗骨材(180~90, 90~30, 30~10~3) 4種、細骨材(3以下) 1種
- (4) 最大寸法 180mm
- (5) 使用セメントの種類 中庸熟ポルトランドセメント
- (6) 混和剤 フライアッシュ、ピンゾール、ボゾリス No. 8
- (7) スランブの範囲 2~3cm
- (8) コンクリートの圧縮強度 91日強度 1種 520kg/cm<sup>2</sup> 2種 508kg/cm<sup>2</sup>

3. 施工設備

- (1) 原石または骨材採取 2m<sup>3</sup> ショベル、12t 積みダンプトラック
- (2) 骨材プラント 容量 120t/時
- (3) 骨材輸送設備 索道；90t/時、長さ 7018m
- (4) バッチャープラント ジョーンソン型全自動式、56切、3台、能力 90m<sup>3</sup>/時
- (5) 冷凍プラント アンモニア圧縮機直接式 能力；15t 標準冷凍トン
- (6) 打込み設備 13.5t 弧動型ケーブルクレーン 1基、コンクリート運搬車 2台、バケット(4.5m<sup>3</sup>入り) 4基

4. コンクリート打込み

- (1) リフト 1.5m
- (2) 打込み速度 4日

5. 基礎処理

- (1) 基礎掘削量 153000m<sup>3</sup> (仮設備をふくまない)
- (2) グラウト工、方法および寸法 コンソリデーション グラウト工；深さ 10m、標準間隔 3m、388本 カーテングラウト工；深さ 40~20m、標準間隔 1.5m、727本、総延長 22470m

VI. 貯水池要項

- (1) 満水位の標高 387.500m
- (2) 貯水面積 2.6km<sup>2</sup>
- (3) 背水距離 8.9km
- (4) 利用水深 40.0m
- (5) 全容量 87000000m<sup>3</sup>
- (6) 有効容量 68000000m<sup>3</sup>

土木学会近刊予告 坂本アーチダム工事誌 B5判 260頁 会員特価 980円

内容説明書送呈

種谷 機械 土木学会監修  
実著 土木工学叢書  
B5判・定価五〇〇円

片平 道 土木学会監修  
信貴 路 土木工学叢書  
著 工 学  
B5判・定価一八〇〇円

技報堂  
東京都港区赤坂溜池町5番地  
振替口座東京10番電話481-8581

著者の経験と理論  
研究および実際に  
役立つ設計・施工  
を詳細に解説した

北海道大学 横道英雄 著  
教授 工博

本書は、旧著「鉄筋コンクリート橋」とほぼ同じ構成に従ったが、新たにプレストレストコンクリート橋11章を収録して、各編もそれぞれ最新の施工および設計理論を増補書き改めたもので関係技術者の必携の書。

(主要目次) I 総論 II 鉄筋コンクリート桁橋 III プレストレストコンクリート橋 IV 鉄筋コンクリートアーチ橋 V 型わくおよび支保工 付録 索引

A5判・六五〇頁 定価二五〇〇円

土木学会監修  
土木工学叢書

コンクリート橋

鉄筋コンクリート橋および  
プレストレストコンクリート橋