

# 発 電 水 力

## 1. はし が き

最近の水力開発は有利な地点の減少と火力技術の進歩や燃料費の低下傾向のために、開発量を抑制される傾向にある。さらに昭和 37 年には設備投資の抑制が行なわれるとともに、労務者賃金の前年に引き続き高騰のために、いっそう苦しいものとなっている。

このような一般状況のもとにおける発電水力分野の今年の歩みを開発計画、技術、海外関係、その他について述べることにする。

## 2. 開 発 計 画

昭和 37 年度の電源開発計画は 3 月 28 日の第 33 回電源開発調整審議会で決定されたが、その後、電源開発会社の熊野川水系、七色、小森両地点が懸案となっていた国立公園問題が解決したことなどから 7 月 27 日第 34 回電源開発調整審議会を開き 37 年度の電源開発計画を変更し、新規地点として水力 16 地点 409 000

kW、火力 21 地点 4 371 600 kW、計 4 780 600 kW の着工を決定した。

一方、本年度の開発量は水力 29 地点 710 370 kW、火力 20 地点 2 221 750 kW、計 2 932 120 kW（一部推定）である（表—1、2 参照）。

最近の電源開発は、前年対比率で 16~19%（昭和 33~36 年）という旺盛な需用に対抗して、急ピッチで進められてきた。水力は資源量に限りがあり、ようやく有利な地点が少なくなるとともに、残された地点は技術的にも社会的（主として補償問題、他種利水との競合から）にも開発困難なものである。これに対して、火力発電は大容量化による技術革新と燃料として重油を使用することにより経済性はいちじるしく向上したうえ、初期投資が少なく済み、開発可能量は現在のところ無制限であるため、急速に増大する需用に対しては恰好な供給力である。しかし水力は調整力という点では火力に比し、なお経済的に有利なことおよび変動需用に対して速応性があるなど

の利点のために、需用のベース部分を火力が供給し、ピーク部分は水力が分担する、いわゆる火主水従方式が最近の開発方式となっている。

このように経済的に開発可能な水力地点の減少に対応して、河川総合開発計画の一環としての水力開発が最近大きくクローズアップされてきた。水力単独では開発不可能な水力資源が多目的ダムの建設により、開発可能なものとするのか総合開発の大きな意義である。本年度着工を決定した 16 地点のうち、12 地点 262 000 kW（64%）が多目的ダムの利用によるものである。

折しも今年は、都市用水の不足が大きな社会問題となり、水資源確保の必要性が一般にも大いに認識されることになった。また、昨年末成立した水資源開発促進法にもとづき、水資源開発審議会が 3 月 1 日、7 月 4 日と開催され、利根川、淀川の 2 水系が水資源開発水系に指定されるとともに矢木沢、下久保、高山、淀川長柄可動せきの諸地点の基本計画が審議された。これに対応して 5 月 1 日には、水資源開発公団が発足し、いよいよ河川総合開発の気運が高まりつつあるので、これにともなう水力開発も大いに期待されている。

総合開発に付随する問題として、今年特に注目されたのは「多目的ダム建設にともなう費用負担の方法」いわゆるアロケーション方法の改訂問題である。従来総合開発における費用振りわけの基準は「電源開発促進法」（昭和 27 年 7 月）の規定による政令（28 年 6 月）および「身代り建設費および妥当投資額の算出方法に関する総理府令」により統一的に運用されてきたが、政令施行当時と比較して社会経済事情がいちじるしく変化してきた点や従来不備であった点を補正する必要が生じてきたため、経済企画庁が中心になり、昨年度は調査検討を行ない、今年度になって改訂案を作成して、現在関係各

表—1 新規着工・年間工事量表

区 分 年 度	新規地点		新規・継続地点合計					
	水力設備 出力 1 000 kW	火力設備 出力 1 000 kW	水 力		火 力		水・火合計	
			設備出力 1 000 kW	工事資金 億円	設備出力 1 000 kW	工事資金 億円	設備出力 1 000 kW	工事資金 億円
昭和33	590 (27)	457 (15)	3 586	1 177	4 597	888	8 683	2 065
34	423 (21)	334 (7)	3 434	1 110	3 918	856	7 352	1 966
35	1 531 (49)	3 948 (27)	4 394	1 151	6 694	806	11 068	1 957
36	1 205 (35)	4 332 (24)	3 302	743	9 932	1 281	13 234	2 024
37	409 (16)	4 372 (21)	3 948	1 116	12 945	1 932	16 893	2 047

注：新規地点欄の（ ）内は地点数を示す。

表—2 開 発 実 績 表

(単位 kW)

年 度	項 目	水 力		火 力		合計設備出力
		設備出力	地点数	設備出力	地点数	
昭 和	33	556 662	59	1 137 790	52	1 694 452
	34	618 661	38	1 293 200	65	2 911 861
	35	1 317 105	65	1 281 340	66	2 598 445
	36	841 676	27	1 580 638	41	2 422 314
	37	710 370	29	2 221 750	20	2 932 120

省と協議中であるが、近く決定を見るものと考えられている。

本年9月20日には中部電力が昭和34年8月以来工事中の畑薙第一発電所（最大出力137000kW）が竣工、営業運転を開始したが、これは揚水式発電所として発電計画とおおいに注目されているものである。この発電所は昭和36年2月に竣工した九州電力の諸塚発電所（最大出力50000kW）と同様に、深夜の火力余力を利用して揚水し、ピーク時に発電することを主目的とする、いわゆる日調整用揚水式発電所であり、従来建設された豊水期の余剰電力を利用して季節的調整を主目的とするものは異なる。この種発電所はピーク供

給力として、①初期投資が火力発電程度に低廉であること、②安価な火力余力を利用すると同時に火力の運転効率をよくすること、③深夜余力のある限り開発可能であること、などの利点をもち、自流のある水力開発と組み合わせる場合はいっそうの有利性を発揮する。

現在、工事中水力地点3948000kW中、揚水式発電所は1455500kWで、約37%を占めており、水力開発とはいえないかもしれないが、ピーク供給力開発として将来その主流をなすものと考えられる。工事中および計画中揚水式発電所を表-3に示す。

表-3 揚水式発電所（工事中および計画中）一覧表

項目 地点名	事業者名	河川名	使用水量 m <sup>3</sup> /sec	有効落差 m	出力 kW	ポンプ 出力×台数 (kW)	運転開始 予定年月	備考
矢木沢	東京電力	利根川	300	93.5	240000	87000×3	昭和40年8月	*斜流型 2段速度
安曇	東京電力	信濃川・梓川	540	140.7	642000	110000×4	41年11月	
畑薙	中部電力	大井川	160	101.7	137000	51800×1 45400×2	37年9月	
王滝川	関西電力	木曾川・王滝川	30	130.93	34000	35000×1	37年12月	
穴内川	四国電力	吉野川・穴内川	22	69.5	12500	*13200×1	39年9月	
池原	電源開発	熊野川・北山川	142	115.3	140000	73000×2	39年11月	
城山	神奈川県	相模川	192	153.0	250000	65000×4	39年11月	

### 3. 技 術

#### (1) 揚水発電

前述した畑薙第一発電所の揚水発電は可逆ポンプ水車により行なわれるが、1号機はアメリカのアリステラルマー社よりの輸入品で、定格出力51800kW、2~3号機は日立製作所製で、定格出力45400kWで

あり、ともにわが国における記録品でその運転実績が注目されている。これまでは昭和34年8月に運転を開始した、四国電力の大森川発電所（最大出力11800kW）のポンプ水車、定格出力12200kWがわが国の記録品であった。現在工事中の池原、城山、矢木沢、安曇発電所では7万~11万kWの大容量ポンプ水

車の採用が決定されており、この分野における技術の進歩はいちじるしい。また穴内川発電所のポンプ水車は斜流型、2段速度の採用により変落差揚水地点の高効率化をはかるもので、その成果も注目されている。このような揚水機器の大容量化、高効率化により、いよいよ揚水発電の経済性は高まりつつある。このほか海水による揚水発電についても、現在種々研究がなされており、その実現も近い将来と考えられる。

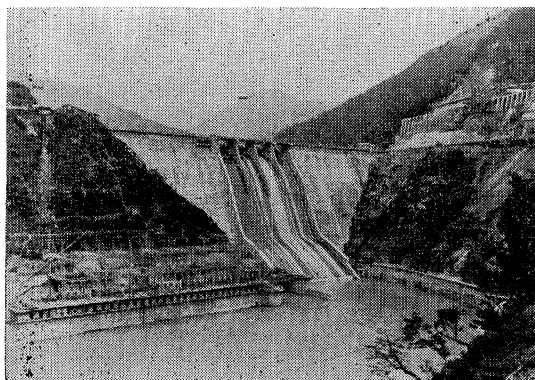
#### (2) ダム

未開発地点の減少とともに、ダム地点の立地条件はいよいよ悪化しているが、計画的には揚水発電計画、多目的開発の導入により、その経済性をカバーする一方、技術的には地形、地質に応じたダム形式の採用、基礎処理技術の進歩により、立地条件の悪さを克服して、ダム建設はいよいよよさかんになっている。特に、アーチ式、中空重力式、フィル形式の採用が普及してきた。

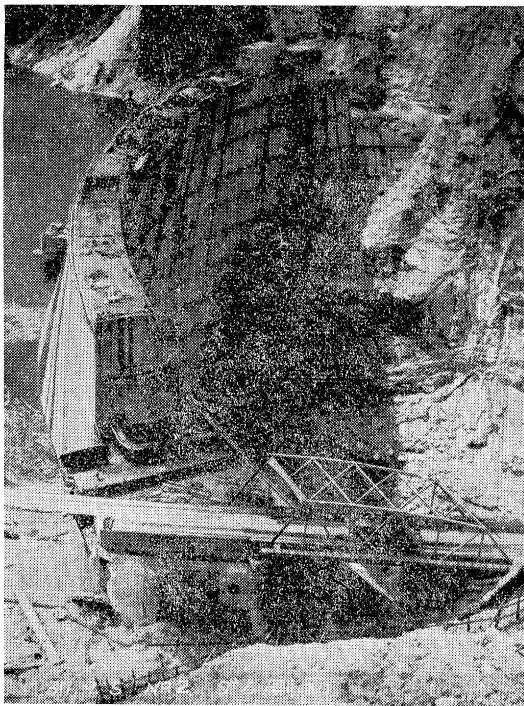
関西電力が昭和31年8月以来工事中の黒部川第四ダムは今年中にコンクリートの打設を完了する。このダムについては、フランスのマルパッセダムの崩壊以後、ダム上部の破砕帯処理について、世界銀行の技術顧問団と関西電力との間で協議が重ねられていたが、本年5月に結論をみた。このダムは高さ186m、頂長441.5m、体積1460000m<sup>3</sup>で本邦最大のアーチダムである。

このほか、本年4月には電源開発の坂本ダム（高さ103m、頂長257m、体積165000m<sup>3</sup>）、8月には大分県管の北川ダム（高さ80.5m、頂長188.34m、体積65800m<sup>3</sup>）の両アーチダムが竣工した。工事中のアーチダムでは特定多目的ダムの川俣ダム（建設省施工）はプレストレス工法により基礎岩盤の断層処理を行なうもので、大いに注目されている。

国際ダム会議国内委員会では昨



去る9月20日より営業運転を開始した畑薙第一発電所およびダム



最近の黒四ダム

年来、アーチダム小委員会を設け、最近のアーチダム技術の成果を取り入れて、新たに「アーチダム設計基準」を作るため討論研究が行なわれているが、近く制定されるもようであり、その成果が期待されている。

9月に竣工した中部電力の畑薙第一ダム（高さ125m、頂長292m、体積587000m<sup>3</sup>）は中空重力式ではわが国最大のものであるが、余水吐の下に発電所を包含しているのも特徴の一つである。

昨年御母衣ダム（ロックフィル、高さ131m、頂長405m、体積7950000m<sup>3</sup>）を完成した電源開発では、ロックフィルダムの経済性と建設にいつそうの自信と認識を深め、御母衣第二、魚架瀬のロックフィルダムを工事しているほか、本年補償問題のために着工を延期した九頭龍川の長野ダムもロックフィルとして計画している。

### （3）水路トンネル

東北電力が工事中の揚川発電所の水圧トンネルは通水量460m<sup>3</sup>/sec、長さ427mで大水量という点でわが国最大のものであり、断面は高さ9m、巾11.6mの側壁垂直拱欠円形トンネルを隔壁により2つ並べたも

のである。この発電所は昭和39年3月に運転を開始する予定である。

中部電力の久々野発電所は12月に運転を開始するが、この発電所の導水路は通水量32.1m<sup>3</sup>/sec、長さ11073m、内径4.08mの無圧馬蹄型トンネルで、最長施工区間は6615mで水路トンネルにおいてはわが国最長のものである。工期は約2年であった。このトンネルの調査には地質ボーリングのほか物理探査が行なわれ、大きな成果をあげている。

### （4）水圧鉄管

水圧鉄管に使用する鋼材として、高張力鋼を採用して建設費の低減をはかるのが最近の傾向である。本年4月、運転を開始した電源開発の尾鷲第一発電所をはじめ工事中の地点でも、奥新冠、下滝、池の尾、王滝川、新平山、三又、一ツ瀬などの各発電所では破壊強度が60kg/mm<sup>2</sup>以上の高張力鋼が使用されている。特に東京電力の下滝発電所（使用水量45m<sup>3</sup>/sec、有効落差330.4m、出力127000kW）でははじめて70kg/mm<sup>2</sup>級高張力鋼2H-Super（日本製鋼所製）を使用することになり注目されている。球形ガスタンクなどにはすでに80kg/mm<sup>2</sup>高張力鋼が使用されており、水圧鉄管にも近い将来使用されることになろう。

## 4. 海外関係

### （1）国際会議

a) 第29回国際大ダム会議執行理事会および1962年度大ダム用コンクリート国際分科委員会 6月12

～14日にモスクワにおいて開催され、日本より東京大学の国分教授をはじめとして9名の代表が出席し、会議後、ソ連の国内見学旅行が行なわれた。ブラック発電所（出力450万kW）、ボルガグラード発電所（出力250万kW）などの大規模開発の実態が近く紹介されるものと思う。

b) 第5回エコフェ水資源開発地域会議 11月20～26日までバンコックで開催され、わが国からも関係各部門の代表が参加し、アジア、極東地域における水資源の開発や治水問題について討論が行なわれた。

### （2）海外技術協力

戦後、水力技術界はビルマ、ベトナムなどに対する賠償と関連して、東南アジアへの技術進出の機会が与えられてきたが、最近に至り、国内の水力開発の実績とあいまって、開発技術もいちじるしい進歩を示し、海外に対する技術協力の気運が高まりつつある。従来、水力開発のコンサルタントとしては、日本工営、建設技術研究所などが活躍してきたが、昭和35年7月に電源開発促進法を改訂して、電源開発も海外におけるコンサルタントとしての活躍が可能となった。このほか、本年5月1日には海外技術協力事業団法が成立し、7月1日、海外技術協力事業団が設立され、海外における技術協力はいつそう促進されるものと期待されている。

a) メコン河調査 メコン河の総合開発計画は1956年以来、ECAFEにより調査が進められ、1959～1961年に日本政府はメコン河総合開発調査会（現在は海外技術協力事業団に引き継がれている）にメコン河の支流調査を委託し、一応の成果

表-4 メコン河調査地点表

項目	所在国	計画内容	発電所出力 (kW)	調査期間 (年月)	調査内容
サンボール	カンボジャ	P・I・N	600000	37.1～37.3	地形測量；地質・流量調査
ナムガム	ラオス	P・I・F	90000	36.12～37.3	同上
ブレクトノット	カンボジャ	P・I・F	20000	36.12～37.5	地形測量；流量調査
スレボック	ベトナム	P・I	40000	36.3～37.3	流量調査

注：P：発電，I：かんがい，F：洪水調節，I：舟航

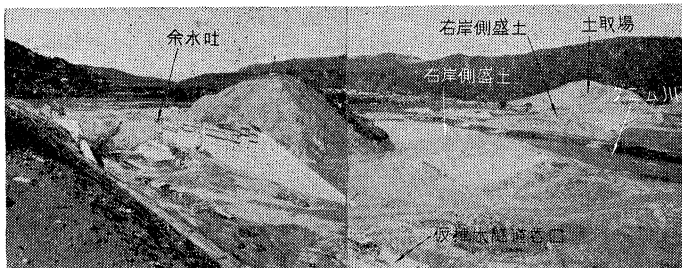
を得ている。今年は表-4に示す地点調査のため調査団が派遣され、その成果が期待されている。

**b) 海外電力調査会による調査**  
海外電力調査会では政府の委託を受け、昨年12月より本年3月にわたり、タイ国のケンリャン地点（出力81,000 kW）の調査のため、調査団を派遣したほか、アルゼンチン国の要請により、3月～5月にわたり、電気事業および電源開発調査のため調査団を派遣した。

**c) 日本工営による技術協力**  
日本工営はメコン河調査に協力しているほか、ベトナムのダニム発電所（出力160,000 kW、建設工事は鹿島建設、間組が施工）のコンサルタントを担当している。このほかインドネシア、ネパールの水力地点調査、韓国の春川、贛津江水力地点の実施設計、昭陽江地点の調査などの委託を受けている。

**d) 電源開発会社のペルー進出**  
5月1日、電源開発、三井物産両者はペルー国のタクナ県経済開発公団との間に、タクナ県かんがい発電総合開発計画実施の契約調印を行なっ

ダニム発電所のドラム・アース ダム（工事中）  
（高さ 38 m, 堤頂長 1,460 m, 体積 3,470,000 m<sup>3</sup>, 計画洪水量 4,500 m<sup>3</sup>/sec）



た。発電計画としては、2発電所で出力65,000 kW、かんがい工事をふくめて、総工事費144億円で、電源開発会社は調査・設計・工事の施工監督を担当し、三井物産グループが施工および資材の供給を行なう。土木工事は大成建設の施工が内定している。工期は本年から1973年までの12年間である。

### 5. 火力発電, 原子力発電における土木技術

火力建設は37年度で12,945,000 kWが建設中で、工事資金は1,932億円というぼう大なものであり、そのうち土木工事が受けもつのは用地造成、建物その他設備の基礎、ボイ

ラー用水・冷却用水などの水路関係工事、総工事費の10%以下が工事量と考えられている。

原子力発電は現在のところ、東海村に建設中の原子力発電所（16.6万kW）が唯一のものであるが、昭和45年頃からはその開発も本格的になるものと考えられる。原子力発電所の建設には放射能遮蔽、廃物処理など土木技術に関連する高度の技術が要請される。

このように、火主水従、さらには原子力開発という電源開発のすう勢は、電力関係土木技術者に水力技術のみならず、さらに広い技術の修得を要求している。

## 書 評

### 物 部 水 理 学

本 間 仁 編 岩波書店刊  
安 芸 岐 一

いわゆる物部水理学は昭和8年に出版されて以来、長く土木技術者の座右の書として活用されてきた。しかしながら水理学の諸分野での発展はめざましく、旧著の改訂、さらには全面的書きなおしの企画はすでに10年ほど前に本間仁博士、安芸岐一博士らによってなされていた。その後、本間博士を中心に物部長穂博士に大学で、あるいは土木研究所で教えを受けた人々を主体として書きあらためられ、このほど「物部水理学」として出版されるに至った。編者が序に述べられているように、ほとんど同じ時期に企画刊行されつつある丸善の「応用水理学」との重複をさけ、ハンドブック的性格をもった一般水理学の詳述を編集の方針とされている。したがって一般の水理学の教科書に記述されているものをはじめとし、そのほか水理学の分野で重要なものをあわせて24章よりなっている。内容はきわめてぼう大であるが、その

解説はきわめていいいになされておられ、大学において一応水理学を履習し、さらに進んでその知識を整理し、拡充しようとする人々に対して、親しみやすい書物であろう。また現場において種々の問題に当面している技術者が、その問題を解決するための基本的な考え方を見出すためにも、よい伴侶として活用されるであろう。もちろん水理学に関連した諸分野を網羅したわけではないが、各章の終りには多数の文献があげられており、その数は600以上に達する。したがって、さらに進んだ勉強あるいは研究への足がかりとして本書の価値は高いであろう。

編 者：本間・正員 東京大学教授、安芸・正員 エカフ  
水資源開発局長  
体 裁：B5判上製箱入 670 ページ 定価 1,800 円  
1962.7.30 刊  
岩波書店：東京都千代田区神田一ツ橋2の3 振替東京  
26240 番

【東京大学 堀川・記】