

■ 展 望 ■

水力発電の現状と将来

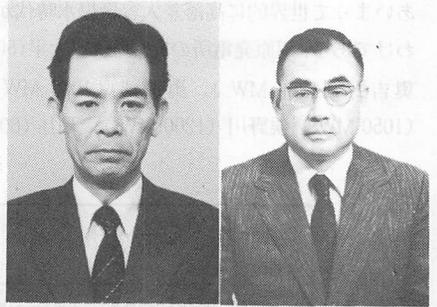
Present Situation and Future of Hydroelectric Power Generation

山 田 昌 平*

Shohei Yamada

高 橋 昭 吉**

Shokichi Takahashi



1. ま え が き

1973年のオイルショック以後の原油価格の高騰、これに基づいて国際的石油使用の量的制約が東京サミットで決定されたことを契機に、水力、地熱、太陽熱などの循環・自然エネルギー、原子力、石炭、LNGなどの石油代替エネルギーの評価が世界的に高くなってきている。特に我が国における水力発電は純国産エネルギーとして最大のものであり、大気環境への影響が少くクリーンで無限の循環エネルギーとして、また中広い投資効果が得られることから、水力資源の開発が最も期待されているわけである。一方我が国の電力需要は経済の高度成長に伴って急速に増大し過去25年間に約8倍となり、発電設備容量は101,263 MW (1979年度実績) になっている。これは業務用電力の増大、一般家庭の電化、クーラの普及などによるものであるが、特にクーラの普及とあいまって、夏季スポーツの人気化によるTV視聴率の増加により、夏季需要のピーク化が顕著になっている。これらの電力需要に対する供給力確保の必要性の中で、オフピーク時(夜間)の余剰電力をピーク時(昼間)の供給電力に転換する揚水式水力は火力、原子力との組合せにより、電力系統全体の経済運用を行ううえで、また良質の電力供給を行うに必要な負荷速応性の良いことで不可欠の存在になってきている。電気事業審議会需給部会中間報告

* 電源開発(株)工務部

①100 東京都千代田区丸の内1-8-2

** (株)日立製作所電力事業部

(1979年12月)においても、表1に示すような電源多様化開発目標が設定されているわけで、電源設備の拡充計画に際しては長期的な経済性やエネルギー情勢を十分考慮して、水力、火力、原子力など各種電源の多様化を図り、最も効率的な設備構成にする必要がある。1990年度末において一般水力23,000~24,500 MW、揚水27,000 MW、水力の構成比率21.6~22.3%の開発目標となっているが、一般水力の開発に際しては未開発包蔵水力の適切な把握および建設費のコストダウンを図ることが急務であり、揚水式水力については従来より更に大容量、高落差揚水による経済化を図る必要がある。

2. 水力開発の状況

水力発電に適した自然条件を有している我が国では、初期には殆んど流れ込み式水力発電所であったが、その後、日間および週間負荷変動に対応するための調整池式水力が開発され始め、1950年頃から季節調整用の貯水池式水力が主流となった。1956年運開の佐久間発電所(350 MW)は、当時としては最新の土木建設機械を駆使して完成された最初の発電所であり、近代的大規模発電所建設工法の基礎が確立された。引続いて奥只見(360 MW, 1960年)、田子倉(380 MW, 1959年)、御母衣(215 MW, 1961年)、および黒部川第四(335 MW, 1970年)などの単機出力100 MW級の大規模水力発電所が次々と建設されたが、経済的に開発可能な大規模一般水力地点は逐次枯渇してきた。その後も経済の高度成長に伴う電力需要の増大は著し

く、このピーク負荷供給に対応するため、大規模一般水力に変わって、池原（350 MW, 1964年）、安曇（623 MW, 1969年）、喜撰山（466 MW, 1970年）などの大容量揚水発電所が建設されるようになり、1973年に運開した世界最初の揚程500 mを超える電源開発（沼原発電所（最高全揚程528 m, 675 MW））における高落差大容量揚水技術の成功により、経済性の追求とあいまって世界的に高落差大容量揚水時代が到来したわけである。沼原発電所の完成以来、大平（500 MW）、奥吉野（1206 MW）、奥清津（1000 MW）、玉原（1050 MW）俣野川（1200 MW）、天山（600 MW）、

本川（600 MW）および今市（1050 MW）などの500 m級の高落差大容量発電所が続々と建設されてきている。（図-1参照）。単機容量についても、1970年に喜撰山発電所で240 MWを完成して以来急速に大きくなり、新高瀬川、奥多々良木、南原、俣野川、天山、本川および今市などでは300 MW以上となっており（図-2参照）、高落差、大容量が本格化している。この傾向は世界的にも同様であり、単機出力414 MWのHelms（アメリカ）、457 MWのBath County（アメリカ）、揚程600 mのBajina Basta（ユーゴスラビヤ）などが建設されている。一方、一般水力発電は電力エネルギーを生産す

表1 電源多様化開発目標

（単位：万kW）

年度 項目	53年度末		60年度末		65年度末		70年度末	
		構成比 (%)		構成比 (%)		構成比 (%)		構成比 (%)
原子力	1,270	10.8	2,800~3,000	15.6~16.8	5,100~5,300	22.1~22.9	7,400~7,800	26.7~28.2
石炭	440	3.7	1,000	5.6	2,200~2,300	9.5~10.0	3,300~3,600	11.9~13.0
L N G	1,275	10.9	3,200	17.9	4,050~4,350	17.5~18.8	4,600	16.6
水力	2,625	22.3	3,950~4,030	22.1~22.5	5,000~5,150	21.6~22.3	5,950~6,200	21.5~22.4
一般	1,715	14.6	2,000~2,080	11.2~11.6	2,300~2,450	10.0~10.6	2,600~2,850	9.4~10.3
揚水	910	7.7	1,950	10.9	2,700	11.7	3,350	12.1
地熱	10	0.1	50~80	0.3~0.4	200~300	0.9~1.3	400~600	1.4~2.2
L P G	60	0.5	450	2.5	600	2.6	600	2.2
石油	6,085	51.7	6,450~6,140	36.0~34.3	5,950~5,100	25.8~22.1	5,450~4,300	19.7~15.5
合計	11,765	100	17,900	100	23,100	100	27,700	100

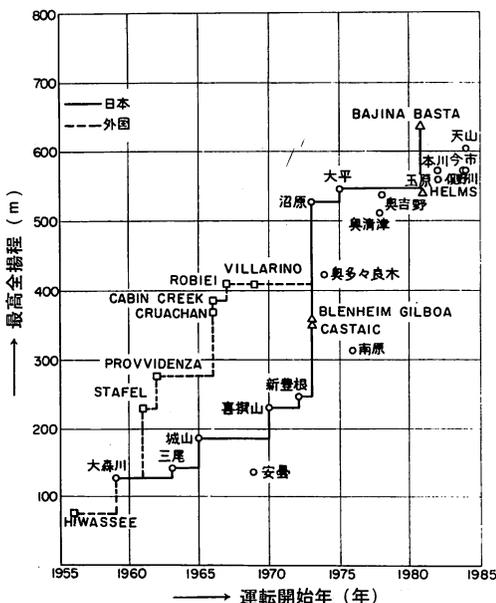


図-1 ポンプ水車最高全揚程推移

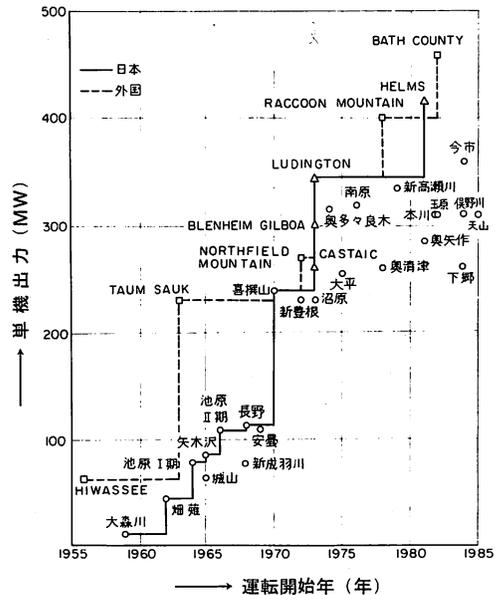


図-2 ポンプ水車単機最大出力推移

るものである。しかも自然の循環エネルギーであることから、最近特に注目されているところであるが、未開発包蔵水力地点は経済性の悪いのが欠点となっている。しかし初期原価は割高であるが長期的には運転経費が低く安定しており、環境公害でのマイナス要素が少く、森林開発、観光開発など地域社会の発展に貢献し、都市用水、治水問題の解決に寄与するなど社会全体の福祉の立場からも開発が積極的に進められなければならない。

このような背景のもとに一般水力開発の最近の傾向としては手取川第一(250 MW)、下小鳥(142 MW)の開発に見られるような多目的開発に伴うもの、ローカル需要に対応した小規模開発、河川の利用率が低い既設の一部発電所を廃止して河川の再開発に重点をおいたもの、既設発電所間の遊休落差を利用した低落差中小水力の開発などが積極的に進められている。未開発包蔵水力については現在第五次包蔵水力調査が実施されているところであるが、現在我が国の包蔵水力は混合揚水を含めて55,881 MWといわれており、このうち未開発包蔵水力(既開発分、工事中を除く)は31,518 MWである。この水力開発について政府も積極的に推進されているところであるが、これを早急に効率的に開発するためには後述するように建設費のコストダウンを図ることが急務である。現在石油代替エネルギー対策特別会計による研究開発が、1980年度を初年度として鋭意進められており、この研究開発の成果が期待される。

3. 揚水発電の現状と将来

世界最初の揚水式水力発電所は1892年に完成したスイスのレターン発電所で、水車とポンプを別々に設置する別置式揚水発電所である。その後イタリアのヴィヴオン発電所でタンデム式(発電機と同軸に水車とポンプを別々に設置)が開発されている。我が国の揚水発電は1931年に始められているが、別置式のものでその規模も極めて小さいもの(発電14 MW、揚水3.2 MW)であった。当時の電源構成は完全に水主火従であり、ピーク需要は調整池式水力で満足され、その後火主水従になってきたが、ピーク需要は貯水池式水力で対応可能であったこともあって、揚水式水力発電は一時中断されていたのである。ところが経済的に開発可能な大規模貯水池式水力地点が枯渇してきたにも拘らず電力需要の増大が続き、しかもピーク負荷は益々顕著となり、これに対応するための水力発電所は

大容量でなければならないという背景のもとに、揚水式水力発電所が脚光を浴びてきたのである。今後も電力需要の増大に伴い表1に示された開発目標に沿って開発が進められるであろうが、この数字が示すとおり今後とも火力、原子力が主役ではあるが、これらはベース負荷を分担するものである。ピーク負荷及び周波数調整用電源としては、負荷の変動に対応する速応性に優れた大容量揚水発電所を主体とする水力がこれを分担しなければならない。電力系統全体を最も合理的、経済的に構成するには、水力発電設備は系統全体の発電設備の20%前後とするのが適当であるとされている。

一方、アメリカでは1930年代に入るとフランス形ポンプ水車(単段式;水車を逆に回転するとポンプになる)による揚水式水力機器が開発され、FlatironおよびHiwasseeなどの各発電所で採用された。我が国では、1959年に大森川発電所で初めてフランス形ポンプ水車が採用され、1960年代からは完全にフランス形ポンプ水車へ移行した。フランス形ポンプ水車の動向を見ると、初期においては200 m以下の揚水式水力発電所に適用されたが、前項で述べたとおり、沼原発電所の完成以来、高落差大容量のフランス形ポンプ水車による大規模揚水式水力発電所が本格的に建設されるようになったものであり、この傾向は次の理由から今後とも続くものと確信している。

- (1) 経済的に開発可能な大規模一般水力発電所地点が枯渇してきたこと。
- (2) 建設の機械化などによる土木技術の進歩、高落差、大容量のポンプ水車の開発など大容量化によるスケールメリットから揚水発電所の建設単価が割安になってきたこと。
- (3) 電力需要は益々ピーク化し、年負荷率が60%以下になることが予想されること。
- (4) 電力需要の増大により、大容量の火力、原子力の建設が不可欠となることから、これらの深夜の稼働率を向上させ、高効率運転を行わずためには揚水式水力の運転が必要であること。
- (5) 揚水式水力は起動停止が短時間で可能なこと、負荷特性が優れ、自動周波数運転、瞬動予備力としての機能を有すること。
- (6) 環境公害でのマイナス要素が少く、森林開発、観光開発など地域社会の発展に貢献できること。

揚水発電所は同じ出力であれば高落差にすることによって流量が少なくてよいから、土木構造物のうち特に

池容量、導水路、放水路等が小さくすみ、またポンプ水車の特性から落差が高い程回転速度を高く選定できるため、機械が小形化され経済的になるので、高落差化によるメリットは極めて大きい。したがって今後とも高落差化を指向することとなるであろうが、現在使用されているフランス形ポンプ水車（単段式）を更に超高落差化する場合には、押込水圧が高くなること、高水圧化での各部品の強度剛性、高周速ランナの設計などのほか、水圧脈動、機器の振動の問題などに対し特に慎重な検討が必要である。現在までに800 m級の超高落差実揚程試験が行われ好結果が得られているので、近い将来実用化されることとなろう。その他二段式フランス形ポンプ水車についても超高落差の試験が行われ、好結果が得られているので800～1000 m級の超高落差になると、この形式も採用されることになるものと思われる。

4. 一般中小水力発電の展望

我が国の水力発電は明治時代から開発されており、特に第二次世界大戦後の水力開発は経済復興の担い手として積極的に推進され、国民経済の発展と地域開発に大いに寄与したが、1960年代に入ると我が国の包蔵水力のうち大規模一般水力の開発地点の主要なものは開発つくされ、今後の一般水力開発はスケールメリットが期待できない中小規模の開発とならざるを得ないのである。

一方、石油危機以後の数次にわたる原油価格の値上げにより、石油への依存度が高すぎるエネルギー体制を見直し、ナショナルセキュリティの向上面から国産エネルギーの積極的な開発と電源の多様化を図ることが必要となってきた。特に一般水力発電は国産エネルギーであり、かつ自然の循環エネルギーであることが最大の特長である。また一般水力の開発は初期原価は割高であるが、長期的には運転経費が低く安定しており、インフレの影響を受けにくいということから、三菱総合研究所（電源開発の委託）で実施された「中小水力発電の社会経済的評価調査」(1980年9月)では、発電原価（モデル試算）が1 KWH当り 30.54円以下ならば水力開発が可能な原価であるとしている。また表2に示すとおりエネルギー収支面からの評価も行われている。この評価では水力の初期投入としての設備投入エネルギーが石油火力、原子力の約3倍になっているが、その後の運転投入エネルギーが維持修繕のみのため小さく、結果としてエネルギー比（全産出エネ

表2 kwあたりの投入および産出エネルギー

		単位	水 力	石油火力	原子力
設備投入エネルギー	設備投入エネルギー	10 ⁶ kcal	7.057	1.821	2.886
	運転投入エネルギー（年間）	°	0.042	0.895	0.736
	変換損失エネルギー（年間）	°	—	8.671	—
合 計		°	0.042	9.566	0.736
発生エネルギー（年間）	年	°	3.616	5.274	5.274
	附 明 年 数	年	35	15	16
設 備 利 用 率		%	48	70	70
ライフサイクル	(A) 設備投入エネルギー	10 ⁶ kcal	7.057	1.821	2.886
	(B) 運転・変換エネルギー	°	1.470	143.490	11.776
	(C) 発生エネルギー	°	126.560	79.110	84.384
エネルギー比 (C)/(A)+(B)			14.84	0.54	5.76

ルギーと全投入エネルギーの比)は水力、火力、原子力で夫々14.84、0.54、5.76となるので、中小水力開発は省エネルギー投資の一環としても位置づけることができるとしている。

このような背景があるにしても、やはり現在では中小水力開発コストは割高とならざるを得ないため、コスト低減を図ることが急務である。今後多数にわたる開発地点を効率良く開発するためには、その計画、設計施工、保守にわたり設備内容を標準化して量産化を可能にするとともに、極力簡略化し大巾なコストダウンを図る必要がある。このため現在、種々の研究開発が進められているのでその一部を紹介する。

- (1) 水車・発電機のシリーズ化・ 従来から水車・発電機は開発特性、特に水力特性を重視して地点毎に設計製作を変えてきたが、これが水力開発のシステム技術を一層複雑化していた。従ってこの思想を変えて開発地点の基本水力諸元のみで、機器の設計が大略完了するようなシステム技術が必要と考え、図-3に示すような、ある範囲内の諸元で同一の水車が選定できるように系統的に分類することを検討している。（発電機についても同様）。
- (2) 水車・発電機構造の標準化・ 機器価格の経済化を図るためには運転信頼度あるいは最大出力を下げることなく、技術的に可能な限り簡素化、標準化を行う必要があり、機器仕様の統一と寸法、材質を含めた構造の標準化を行い、設計を自動化することによる合理化、機器の製作工程の短縮を図ることを目的に検討が行われている。
- (3) 水車発電機関連設備の標準化・ 中小水力プラントに高性能かつ複雑な設備を適用することは、経済性の面から得策ではない。従来と同程度の運転信頼度を保ちながら、最近の諸技術の進歩を積極的に導入し、関連設備についても簡素化、標準化を行う必

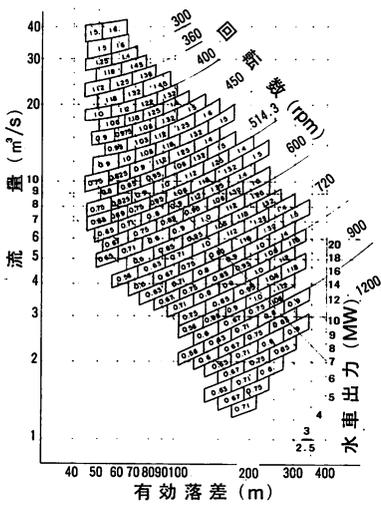


図-3 水車シリーズ化亀の甲曲線

要があり、调速機、自動電圧調整器、圧油装置、サーボモータ等の簡易化、入口弁、空気圧縮機、空気冷却器、中性点接地抵抗器等の省略について検討されている。

(4) 軽負荷用水車の開発・ 現状の未開発包蔵水力地点は出力1~20 MW、落差50~300 mの中高落差地点が最も多いわけであるが、従来このような地点にはフランスス水車が適用されてきた。一方、実運用を見ると、振動、キャピテーションの面から軽負荷側の効率が極端に低下する傾向にあり、最低出力は40%程度に抑えられているので、水の有効利用上好しくない。従って濁水量までも有効利用する方策として、軽負荷側の効率を改善した水車を開発中である。

(5) 新形水車・発電機の適用・ 第五次包蔵水力調査の結果によっては落差100 m以下、出力1 MW以下の中低落差、小容量水力地点の開発が盛んになることが予想されるので、従来形の水車発電機だけではなく、図-4~図-7に示すような新形式のものについても、運転信頼度、運転特性の向上の検討とともに、

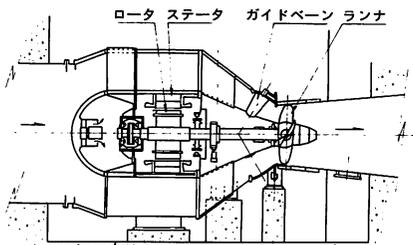


図-4 バルブ型チューブラ水車

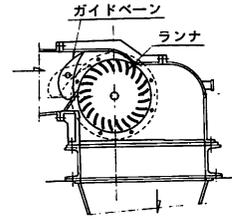


図-5 クロスフロー水車

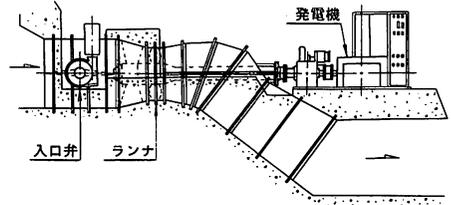


図-6 チューブ水車

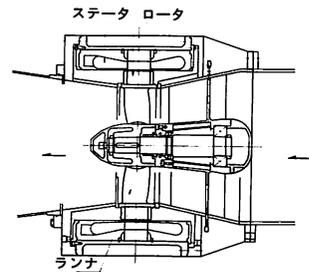


図-7 ストレートフロー水車

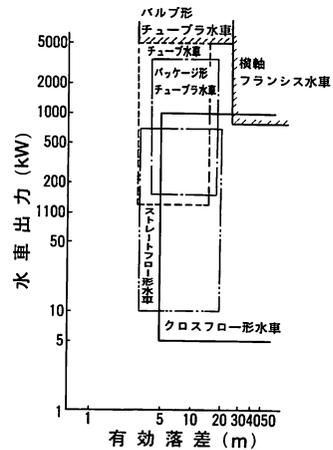


図-8 新形水車の適用範囲

コンパクト化等によるコストダウンについても検討されている。新形水車の適用範囲を図-8に示す。

(6) 土木関係設備の経済化・規模が小形化すればするほど、一般に電気設備価格が土木設備価格より大きくなる傾向にはあるが、プロジェクト全体の経済性の追求は土木設備も含めて行う必要がある。従って、土木関係設備についても、次のような研究開発が行われている。

- (イ) 小形で効率的なトンネルボーリングマシンの開発。
- (ロ) 水圧鉄管代替製品の開発。
- (ハ) 土石流に耐える大形ゴム引布堤などによる簡易ダムの開発。

以上述べてきたように、今後の中小水力の開発にあたっては簡素化、標準化された機器、新規に開発された機器あるいはまた標準仕様書等を活用することにより、従来のオーダメイド的な設計、製作、施工の思想を止め、レディメイド的な方策にすることが必要であり、これによって大巾なコストダウンが得られるものと期待しているわけである。

5. 水力発電機器の現状と将来

前述の如く、水力開発は高落差大容量揚水と一般中小水力を指向しているが、之に対応し発電機器においても幾多の開発が進められている。

5.1. 高落差大容量揚水発電機器

我が国においては、500~600 m級については既に建設中を含め11発電所、34台、総出力9500 MWの実績があり、その技術は確立されているといえよう。表3にその数例を示す。現在は更に経済性を追求して800~1000 m級の超高落差機の開発が行われている。

(1) 800 m級単段機

構造の単純さという単段機の利点は大きく、出来る限り高落差までの適用が計られ研究が進められた。

表3 500~600 m級揚水発電所の例

発電所名	沼原	大平	奥清津	Helms	玉原	俣野川	天山
運転開始年	1973	1975	1978	1981	1982	1984	1985
落差(m)	500	512	490	531.6	524.3	529.1	560.2
出力(MW)	230	256	260	414	309	309	308
電動機入力(MW)	250	277	280	—	310	316	325
水車比速度(m-kw)	76	83	83	91	95	88	82
回転数(rpm)	375	400	375	360	429	400	400
吸出し高さ(m)	-46	-51	-53	-61	-65	-63	-58.5

高落差機においては、ポンプ水車ランナの扁平化による効率の低下、ポンプ運転時のキャビテーション特性による吸出し高さの増大(掘さく量の増大につながる)、高速回転、高水圧による材料の疲労強度、耐圧、剛性等に対する苛酷な要求、発電電動機の通風冷却の困難度の増大等の諸問題が生じる。之等については、電子計算機使用の諸解析技法の駆使及び各種模型試験による水力性能の向上、構造強度の検討、新構造(例えば発電電動機におけるマツシプロータ(塊状回転子))の採用、新材料の開発で対処しており、400 MW、800 m級超高落差単段機の実現化を可能ならしめている。図-9、図-10で示される如く、超高落差機においては高速化する事により高効率小形化が計られている。図-11にポンプ比速度と効率

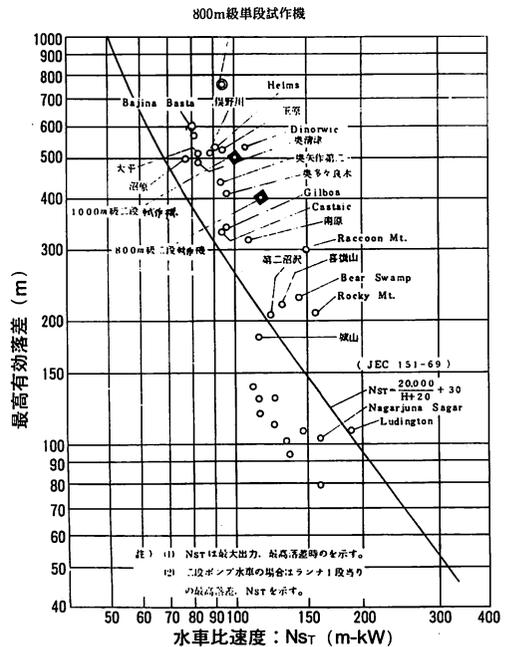


図-9 ポンプ水車実績(落差~水車比速度)

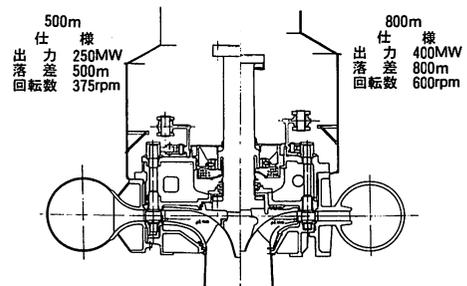


図-10 単段ポンプ水車断面図

の関係を示すが、 $30 \text{ m} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ （水車比速度 $90 \text{ m} \cdot \text{kw}$ ）以下では効率の低下が著しいことがわかる。尚現状では単段機の揚程限度は 900 m 付近と考えられる。

(2) 1000 m 級二段機

更に1000 m級の超高落差に対しては、二段ポンプ水車の開発がなされた。このポンプ水車は1000 m、350 MW級のもので、水車出力調整可能な上下段可動ガイドベーンをもち、ピーク電力負荷に敏感に対応が出来、また揚程を2個のランナで分担するため、高効率小形ランナ（輸送問題の解決）に出来る、浅い吸出し高さ（500 m級と略同じ）で済む等の長所をもったものである。模型試験による各種性能の確認及び実揚程試験による揚水の確認及び水圧脈動の測定等が行われ、実用化の道を開くことが出来た。模型試験に使用した二段ポンプ水車の構造断面図及びランナを図-12、図-13に示す。水車特性の一例を図-14に示すが、ガイドベーンの有効性がよく表われている。又図-15に実揚程試験時の水圧脈動値を示すが、その値は小さく、キャビテーション特性の悪化、あるいは剥離等による異常現象の発生のないことが分る。尚表4に単段及び二段機の比較を示す。

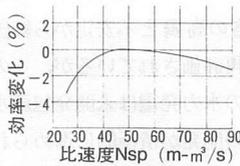


図-11 比速度による効率変化

表4 単段および二段ポンプ水車の仕様比較例
(単機容量 350~400 MW 級)

		単 段 機		二 段 機	
		800 m 級	800 m 級	800 m 級	1,000 m 級
ランナ強度による落差限界	m	○ 900	◎	1,700	
ランナ最大周速	m/s	○ 130	◎	90	◎ 105
材 料	—	◎ 5Ni 13Cr	◎	5Ni 13Cr	◎ 5Ni 13Cr
機 器 代 表 寸 法 (ランナ最大径)	mm	○ 4,100	◎	3,500	◎ 3,300
高効率を得るための水車比速度(ランナ1段当り)	m·kw	◎ 90-100	◎	90-130	◎ 100-110
吸 出 高 さ	m	○ -95	◎	-65	◎ -60
水 車 出 力 調 整	—	◎ 簡 単	○	複 雑	○ 複 雑
ポンプ起動(空中)機構	—	◎ 簡 単	○	複 雑	○ 複 雑
構造, 保守点検の容易性	—	◎ 簡 単	○	複 雑	○ 複 雑

◎ : 優れている ○ : 目標を満足している

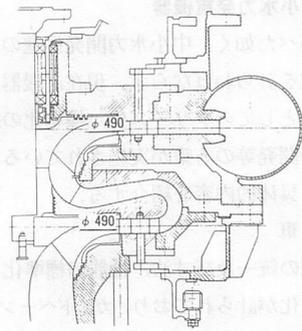


図-12 1000 m 級模型二段ポンプ水車断面図

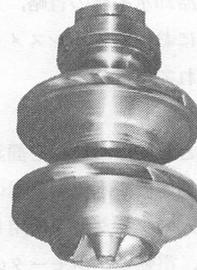


図-13 1000 m 級模型二段ポンプ水車ランナ

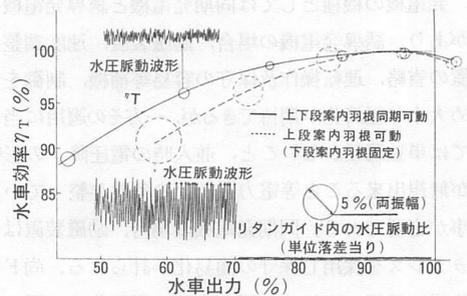


図-14 1000 m 級二段ポンプ水車の水車特性

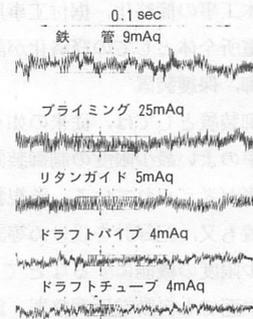


図-15 水圧・脈動測定結果(実揚程試験)

5.2. 一般中小水力発電機器

第4項に述べた如く、中小水力開発促進のためには機器の経済化を計らねばならず、現在、機器、設備を含めシステムとしてのシリーズ化、標準化の推進、新型構造機器の開発等の方策が実施されている。主要機器につきその具体的内容を紹介する。

(1) 水車

水車仕様の統一及び寸法、性能の標準化と共に、構造の標準化が計られており、ガイドベーン、ステーパーンの枚数、材質、ランナ材質、上下カバーの構造及主軸受封水装置構造の統一化、油自蔵式空冷軸受の採用による冷却水系統の省略、ガイドベーン、入口弁用軸受部におけるオイレスメタルの適用等の簡略化が進められている。

(2) 水車関連設備

水車関連設備としては、仕様を簡素化し、経済化を計った簡易形调速機や水位調整器の開発、圧油装置に窒素ガス封入のプラグ型を使用し、空気圧縮機を省略するとか、電動サーボモータの採用による圧油系統の省略等の新機軸も考慮されている。

(3) 発電機

発電機の機種としては同期発電機と誘導発電機とがあり、誘導発電機の場合、励磁装置、速度調整装置の省略、運転操作及保守の容易等補機、制御を含め大巾な経済化が期待できるが、一方その適用に当っては単独運転がないこと、並入時の電圧降下の影響が無視出来ること等電力系統上の条件が整っている事が必要である。同期発電機の場合、励磁装置はブラシレスを採用し保守の簡易化が計られる。尚F種絶縁の採用、空気冷却器の省略も経済化の一環として考慮される。二軸受構造の適用により水車と発電機の一体化を計り、コンパクトな構造にした図-16の如き例もある。この例では水車ケーシングを露出型とし、土木工事の簡略化、据付工事期間の短縮が計られ、発電所全体としての経済化が計られている。

(4) 運転制御、保護装置

運転制御装置としては、従来の如く配電盤室を設けず、効率のよい最少限度の制御装置とし、現場に設置する事が考えられている。監視装置、電気・機械保護装置も又、記録計を設けぬ等計器の大巾省略や必要最少限度の機能にするなどで簡略化が計られ、ハード面でも自動電圧調整器、调速機及監視、操作制御、保護装置を一つのキュービクルに入れる一体化構造のものも考慮されている。

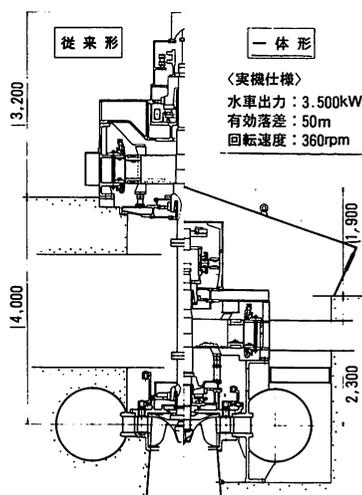


図-16 水車発電機構造比較図

(5) 発電所附属設備

水車、発電機及補機類の機器の合理化と共に、据付所要面積の縮小化による発電所建屋の経済化、据付時モービルクレーンを使用することによる建屋クレーンの省略等総合した建設費の低減も計られている。

6. むすび

最近の石油価格の高騰と不安定から純国産エネルギーの水力開発が再評価されているが、この情勢に対応するため我が国の水力発電は未開発包蔵水力を活用する中小一般水力の開発が積極的に進められなければならない。またピーク負荷供給の対応に不可欠であるだけでなく、火力、原子力と組合せることにより、電力系統全体の経済的運用に寄与する高落差、大容量揚水式水力も適正な開発量を維持する必要がある。特に中小一般水力地点開発の最大の課題は、経済性の追求であり、土木設備、電気設備の簡素化、標準化などによるコストダウンのための技術開発が積極的に進められているため、近い将来、中小一般水力の開発が盛んになり、眠れる未知の水力資源を活用した石油代替エネルギーの増大が期待される。

参考文献

- 1) 電源開発の概要(1980年度)
- 2) 電気学会雑誌(95巻6号)
- 3) 「中小水力発電の社会経済的評価調査」(株)三菱総合研究所(1980年9月)
- 4) IAHR Symposium, 1980