

株式会社 ケーエケー技術研究所 正員 重光 世洋
 関西電力株式会社 総合技術研究所 正員 速水 経明
 関西電力株式会社 総合技術研究所 正員 関本 秀夫

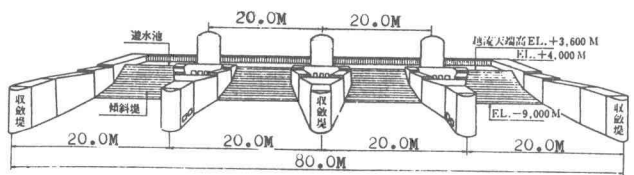
1. 緒言 経済の低成長化、エネルギー資源の枯渇、地域社会における意識の多様化などに伴い、電気事業を取りまく環境に一段ときびしさが加わろうとしており、これを打開する方策として、新種エネルギーの開発がますます重要な問題となっている。とくに、エネルギー資源のほとんどが外国に依存しているわが国においては、資源有限の面から省エネルギーの研究を積極的に推進することは勿論のこと、国土及び環境保全とその有効利用の面から新種エネルギーの開発が主要な課題となっている。本研究はこのような視点に立って、新種エネルギーを海岸線の長い沿岸に來襲する波浪により求め、揚水発電を準用した波浪揚水による低落差の発電を行うための基礎研究の一環として、水理模型実験の手法を用いて波浪による揚水量の検討を行ったものである。

2. 構想 新種の電気エネルギーとしては、太陽エネルギー、地熱、波浪エネルギー等を電気エネルギーに変換する方法が研究開発されつつあるが、本構想は図-1に示すようなレイアウトに基づき、進行波が斜面及び収斂堤よりなる複合構造物（以下揚水堤と略称する）内において、波高を増幅させ、かつこれに伴う碎波特性を利用して海水を遊水池内に揚水し、遊水池の水位と海面の高低差を利用して、低落差発電を行うものである。この方式を波流発電方式と名付ける。これに似た研究開発がインド洋のモーリシャス島で実用化する構想がある¹⁾。

また、水産生物の面で、海水の流動を計るための海水導流について、中村 充らの研究がある²⁾。

3. 実験装置と方法 本実験は第一段階の研究として、波浪の規模と揚水堤の幾何学的形状により揚水量かどのように変化するかを、まず2次元水槽（縮尺 $\frac{1}{25}$ ）により基本形状を検討し、次いでこの基本形状に基づいて若干の修正を施し、3次元模型（縮尺 $\frac{1}{80}$ ）により検討を行う。2次元水槽は長さ50m、幅1.0m、深さ1.0mの片面ガラス張り鋼製の造波水槽を用い、造波装置（装ヒンジ・フラッター型）と反対側の水槽端に図-2に示す3種類の斜面勾配と2種類の収斂角について行った。3次元水槽は長さ20m、幅10m、深さ50cmのコンクリート製で、造波装置はアツプフラッター方式であり、揚水堤模型の概要は写真に示すような6連の揚水堤をワンユニットとしたものを用いた。ただし、収斂角は 37° の1種類のみである。越波水量の測定

図-1 波流発電堤構想図

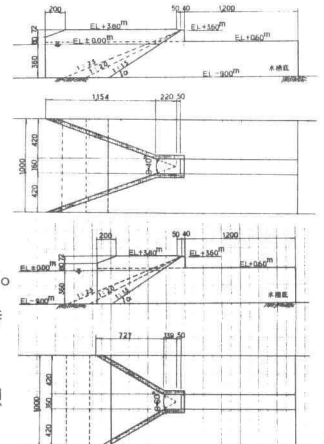


波数は造波板の反射による影響を受けない波数を予備実験により検討し選定した。

4. 実験結果とその考察 実験対象とした波浪諸元は日本海側に來襲する波浪特性を考慮して、周期 $T=5, 8, 10$ 秒の3種類、波高 $H=1.0\sim 4.0$ mの範囲である。また、越波堤天端高と海面との高低差は水車発電機の製作可能とされる落差を想定し、3.6m程度とした。模型実験諸元の組合せは次表に示すとおりである。



図-2 揚水堤模型概要図（2次元）



(1) 揚水量について：揚水量は同一周期に対して、波高の増大に伴い増大し、かつ波高の自乗に $\propto$ 比例する。周期及び収斂角が一定の場合、斜面勾配の揚水量に及ぼす影響は周期8秒の波に対しては大差はないが、周期5秒では斜面勾配が急なる程大きくなり、周期10秒ではこれと逆の傾向を示す。

同一波高及び揚水堤の幾何学条件に対して、最大揚水量を生起する周期が存在する。本実験では $\propto$ 8秒がそれに対応する。周期及び斜面勾配が一定の場合、収斂角が小さい程揚水量も大きくなるようである。とくに周期が長くなる程顕著である。図-3は周期による揚水量の変化を、図-4は斜面勾配による揚水量の変化例を示す。図-5及び図-6はおのおの越流水位と越流堤堰高、揚水量と越流水深との関係を示したもので、これによると、揚水堤内の破波波高が判れば、揚水量の推算が可能であることを意味しよう。

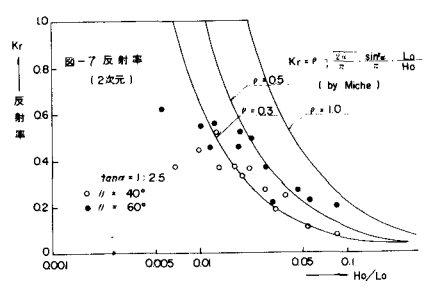
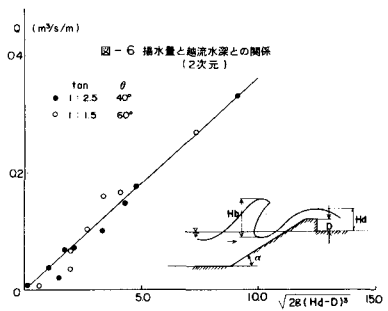
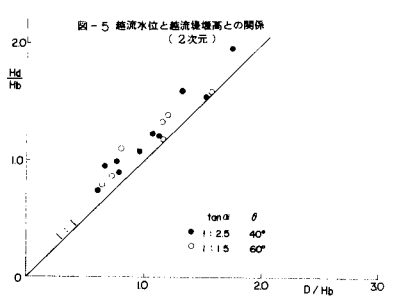
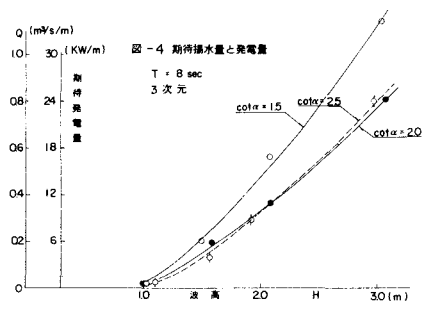
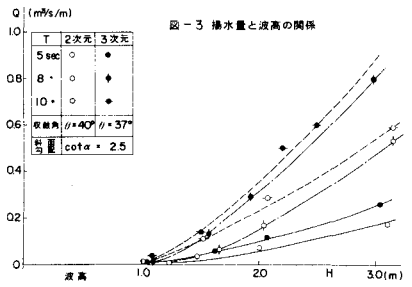
(2) 反射率について：2次元模型による反射率をHealyの方法により算定した値と、Micheの式により求めた値とを比較した一例を図-7に示す。斜面勾配 $\cot \alpha = 2.5$ で、収斂角 40° と 60° ではそれぞれMicheの式の係数 ρ に相当する値は、0.3と0.5程度である。実験範囲にあっては、収斂角が大きい程 ρ は大きくなる傾向を示し、前述の揚水量の関係に対応している。

(3) 期待発電量について：水車発電機の合成効率を0.85と仮定した場合、本実験の3次元模型によれば、周期8秒、斜面勾配1.5割では波高 $H = 1.5, 2.0, 2.5$ mに対し、それぞれ揚水堤単位長さ当りの発電量は概ね6, 14, 23 KW/m程度期待できよう。(図-4参照)

5. 今後の課題 以上の実験により、波浪揚水による発電方式は、有効である見通しが立ったと思う。今後、揚水堤の幾何学的形状の揚水量に及ぼす影響について、規則波の他に不規則波による実験を系統だてて行う。また、遊水池の水面変動、落差、季節的な波浪の時系列特性等を総合した発電効率と一定量の発電力が確保できる方法についての検討、堤内側水域の養殖場やレクリエーションとしての多角的な利用面についても検討を進めていきたい。

最後に、本研究を遂行するに当り、終始有意義な御助言、御支援を頂いた、総合技術研究所 村野正男 所長に対し、深甚なる感謝の意を表わします。

波高H	3~15cm	h/L	0.05~0.28
周期T	0.9~2.0 sec	斜面勾配 $\cot \alpha$	1.5, 2.0, 2.5
波長L	1.40~85.0cm	越流堤堰高 D	$\begin{cases} 1.20\text{cm} & (8\text{次元}) \\ 1.44\text{cm} & (2\text{次元}) \end{cases}$
堤脚水深h	33~36cm	収斂角 θ	$\begin{cases} 87^\circ & (8\text{次元}) \\ 40^\circ, 60^\circ & (2\text{次元}) \end{cases}$
H/L	0.005~0.1		



参考文献： 1) Bott, Haily & Hunter, Wave power prospects for Maurius, Wave power & Dam Construction, Dec, 1978. 2) 中村充ら "波浪利用による導流について", 第22回海工学講演会論文集。1975。