

波動からエネルギーを得るための一、二の実験

三宅 義雄*・浜中 良隆**・齋藤 道生***

1. まえがき

今日われわれは、エネルギー危機といわれる時に位置している。確かに石油価格の高騰または、政情不安定の要素も入り込んでおり、このためにより安定したエネルギー確保はあらゆる産業からの要請になってきている。また、石油を中心とする化石エネルギーは、その埋蔵量が推定され今世紀末には大半が終りを迎えるともいわれている。今日のエネルギーの大半を電気により、しかもこの電気は石油を中心とする化石エネルギーに頼り、将来は原子力による発電に切り換えられようとしている。しかし、これらの原子力発電による熱汚染の問題は、著しい熱公害を引き起こし、自然生態系への影響は人知のおよばない所まで広がるものと考えられる。その上、今日われわれを取り巻く自然環境は、公害問題に直面しており一日も早くより良い環境を取り戻せねばならないし、また、これ以上環境を悪くすることは、もはや許されない時にきている。

そこで、本文は、波に注目し、この波のもつエネルギーをわれわれが有効に使用できるエネルギーとして取り出そうという目的で実験を実施し、その結果をとりまとめたものである。

2. 従来の研究

かなりの昔より、岩に打ち上げる波、嵐の波、潮吹き岩等を見ながら多くの人がこの“波”に注目し、この力を有益に利用できないものかと数多くの挑戦が行われてきた。この歴史の流れからみれば、最近といえるほど近い過去において益田氏を中心として波の力の実用化に成功している。これは、周知のように航路ブイとして利用されている波力発電装置である。この装置は、波の上下運動により空気の流出入を利用し、エアタービンを回し発電するもので、現在数多く実用されている^{1)~3)}(図-1)。このブイの成功により、大型の発電を目ざして、いくつかの研究や実験も発表されている。その1つに、益田氏によるブイの大型化および固定式の発電装置

がある。これとは考え方を異にしたもので、防波堤に空気室を設けた波力発電可能な防波堤の考案もなされ、発表もされている^{9)~13)}(図-2)。また、ごく最近では、英国エジンバラ大学での回転板による発電方法¹⁴⁾も発表されている。

また、波力発電は、海洋開発の中でもその末端に位置し、多くの注目を浴びず、莫大な波のエネルギーがむだにされ、その上あたかも波の力を不必要なもの、邪魔なものとして扱っているのが、今日の海岸および港湾の分野であろう。

確かに波は小さなさざなみから嵐の高波までに自在に変化し、この際、波エネルギー密度の不規則性が本質的な欠点ではある。しかし、例えば波力発電機構が沿岸数 km、または防波堤数 100 m での設置が可能となれば、トータルされるエネルギー量としては大きなものになるであろう。

このように、今日までの波力発電の歴史は浅く、その開発も緒についたばかりであり、今後、多に期待もたれる分野であると考えられる。

3. 実験方法

(1) 実験水槽

実験に用いた水槽は、2次元造波水路で、長さ 30m、幅=0.8m である。造波機は、フラップ形式のもので水槽両端には消波装置(サンフレックス)を設置してある。模型は水路中央造波板の 20m 前方に設置した。

(2) 測定方法

波高は、一般に使用されている線抵抗式波高計を用いて測定し、反射率の算出は、測定台車に取り付けた波高記録から、Healy の方法により求めた。空気圧の測定は、

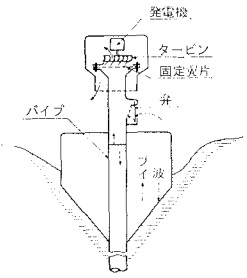


図-1

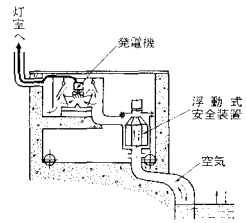


図-2

* 正会員 日本海洋計測株式会社
** 日本海洋計測株式会社
*** 学生会員 千葉工業大学学生

水頭圧としてマンメーターで行った。回転翼の回転数は、カウンターにより読み取った。なお、測定は各模型設置前の設置位置における通過波を入射波とし、水路端からの反射波の到達しない5~10波を用いた。

(3) 模型

実験に使用した模型は2種類あり、図-3に示す。タイプAの模型は、波動の作用により波を受ける板(受波板)が可動し、背後に設けた空気室の空気を吸排出することにより波エネルギーを得ようとするものである。タイプBの模型では、海底面から天端までの前面に取り付けた回転翼が回転することにより波を吸収しようとする装置である。

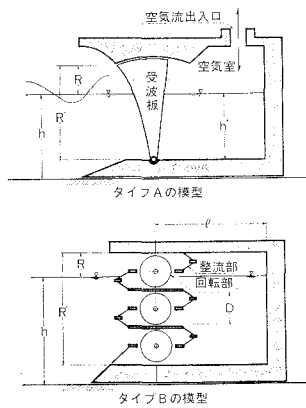


図-3

(4) 実験波と実験ケース

実験に作用させた波の諸元は、周期を中心として波高と組み合わせた。周期 $T=1.24\sim 1.97$ sec まで、波高 $H=6.0\sim 15.0$ cm までとした。タイプA実験では、周期、波高、水位を組み合わせ54ケース、タイプB実験では同じく30ケースとした。各実験ケースは、表-1, 2に示す。

4. 実験結果

(1) タイプAの実験

a) 作動原理

図-4は、本装置の原理を示している。受波板は空気室に接続されており、空気室には空気流出入口がある。この空気室内部には、受波板を波の水粒子運動により上下左右自由に動けるようにするため、また、静穏状態において受波板を水平可動範囲の中心に位置させる目的で水を封入してある。空気室の内部空気圧は、大気圧としたがこれは、波の伝播によりこの受波板が極力障害物とならないようにするためである。波が作用した時の具体的

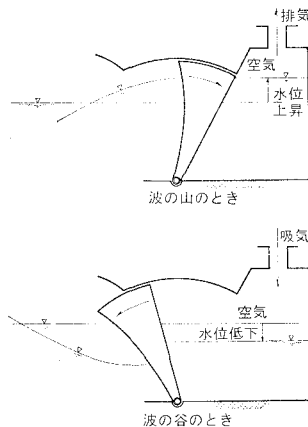


図-4

な状況は、波の山がきた時受波板は、波の力により空気室側へ移動し、空気室を圧縮し、同時に空気室内部の封入された水が空気室内の空気を排出する。波の谷の時は、受波板は波の外力の低下と空気室の封入された水の拡散により沖側に引き戻され空気室内へ空気を吸い込むことになる。この様に、波が作用している時受波板が動き、空気の流出入口が可能となる。

b) 実験結果

実験の結果を表-1にまとめた。反射率 K_R および空気圧(水頭) P は、

$$K_R, P = \varphi(S_1/S_2, h/L, H/L, H/h, R/R', R/H, W'/h)$$

- h : 堤脚水深, L : 波長, H : 波高,
- R' : 受波板全高, h' : 空気室内部水位,
- R : 静水面から受波板天端までの距離,
- S_1 : 排気管断面積, S_2 : 吸気管断面積

の無次元式で表わされる。各要素の主な影響を調べる。

① 空気流出入口 S_1/S_2

空気流出入口の弁による影響は図-5に示してある。これによれば反射率は、空気流出入口の弁による影響は小さいが、空気圧は弁の有無により影響され、弁のある時は急上昇する。これは、後のd)からもわかる。空気流出入口弁の吸気管径と排気管径の比率による効果は不明である。

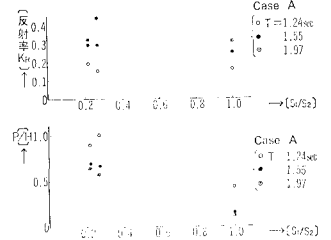


図-5

② 相対水深 h/L

表-1の条件により測定した反射率は、図-6に示し、これによれば相対水深の増加に伴い低下傾向にある。空気圧は、図-6のように相対水深の増加により反射率の場合とは逆に上昇傾向にある。この傾向は、空気流出入口に弁をつけた時により著しい。

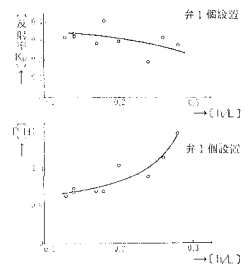


図-6

③ 波形勾配 H/L

図-7のように波形勾配の大きな波(波形勾配の急な波)になるにつれ、反射率は低下し $H/L=0.02\sim 0.04$ のとき $K_R=0.2\sim 0.4$ である。空気圧も図-7に示し、波形勾配の急な波ほど大きな圧力を生じている。これは、前記反射率と空気圧の相関関係を表わしているといえよう。

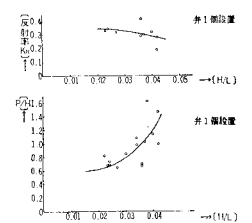


図-7

表-1 実験(条件)結果表(タイプ A)

Case	h	T	L	H	h'	H/L	R/H	h/L	H/h	h'/h	S_1/S_2	反射率 K_R	空気圧 $P \text{ cm}$	P/H	弁の数	R/R'	
A	1	52	1.24	217.36	9.25	17.0	0.042	2.06	0.24	0.18	0.33	1.00	0.16	4.0	0.43	なし	0.53
	2	"	"	"	9.04	"	"	2.11	"	0.17	"	0.22	0.19	8.0	0.89	1	"
	3	"	"	"	9.01	"	"	"	"	"	"	0.27	0.15	9.0	1.00	2	"
	4	"	1.55	299.12	11.07	"	0.037	1.73	0.17	0.21	"	1.00	0.25	1.6	0.15	なし	"
	5	"	"	"	10.63	"	0.036	1.79	"	0.20	"	0.22	0.29	7.3	0.69	1	"
	6	"	"	"	11.94	"	0.040	1.60	"	0.23	"	0.27	"	8.0	0.67	2	"
	7	"	1.97	402.22	10.44	"	0.026	1.83	0.13	0.20	"	1.00	0.31	1.2	0.12	なし	"
	8	"	"	"	10.57	"	0.027	1.80	"	"	"	0.22	0.32	6.8	0.64	1	"
	9	"	"	"	10.69	"	"	"	"	0.21	"	0.27	0.44	6.0	0.57	2	"
B	1	57	1.24	221.70	8.29	19.5	0.038	1.70	0.26	0.15	0.34	1.00	0.35	0.3	0.04	なし	0.39
	2	"	"	"	7.44	"	0.034	1.89	"	0.13	"	0.22	"	8.0	1.08	1	"
	3	"	"	"	9.17	"	0.038	1.66	"	0.16	"	0.27	0.37	"	0.95	2	"
	4	"	1.55	308.12	11.19	"	0.037	1.25	0.18	0.20	"	1.00	0.43	0.5	0.05	なし	"
	5	"	"	"	10.62	"	0.035	1.32	"	0.19	"	0.22	0.35	9.0	0.85	1	"
	6	"	"	"	10.71	"	"	1.31	"	"	"	0.27	0.34	5.0	0.47	2	"
	7	"	1.97	419.63	8.88	"	0.021	1.58	0.14	0.16	"	1.00	0.41	0.3	0.03	なし	"
	8	"	"	"	9.00	"	0.022	1.57	"	"	"	0.22	0.37	7.5	0.84	1	"
	9	"	"	"	"	"	"	1.56	"	"	"	0.27	0.38	8.0	0.89	2	"
C	1	57	1.24	221.70	8.94	22.0	0.041	1.57	0.26	0.16	0.39	1.00	0.29	3.0	0.32	なし	0.39
	2	"	"	"	8.75	"	0.040	1.60	"	0.15	"	0.22	0.32	10.0	1.14	1	"
	3	"	"	"	9.04	"	0.041	1.55	"	0.16	"	0.27	0.35	9.5	1.05	2	"
	4	"	1.55	308.12	11.82	"	0.038	1.19	0.18	0.21	"	1.00	0.32	3.5	0.30	なし	"
	5	"	"	"	10.94	"	0.036	1.28	"	0.19	"	0.22	0.41	7.5	0.69	1	"
	6	"	"	"	10.75	"	0.035	1.30	"	"	"	0.27	0.40	8.0	0.74	2	"
	7	"	1.97	419.63	9.57	"	0.023	1.47	0.14	0.17	"	1.00	0.32	0.5	0.05	なし	"
	8	"	"	"	9.63	"	"	1.46	"	"	"	0.22	0.33	6.5	0.68	1	"
	9	"	"	"	9.32	"	"	1.51	"	0.16	"	0.27	0.38	6.0	0.65	2	"
D	1	62	1.24	225.31	8.32	22.0	0.037	1.08	0.28	0.13	0.35	1.00	0.27	4.0	0.48	なし	0.25
	2	"	"	"	8.63	"	0.038	1.04	"	0.14	"	0.22	0.31	14.0	1.62	1	"
	3	"	"	"	9.00	"	0.040	1.00	"	0.15	"	0.27	0.34	14.5	1.61	2	"
	4	"	1.55	316.17	10.63	"	0.034	0.85	0.20	0.17	"	1.00	0.33	4.0	0.38	なし	"
	5	"	"	"	10.88	"	"	0.83	"	0.18	"	0.22	"	10.5	0.97	1	"
	6	"	"	"	10.57	"	"	0.85	"	0.17	"	0.27	0.36	11.0	1.04	2	"
	7	"	1.97	447.10	10.19	"	0.023	0.88	0.14	0.18	"	1.00	0.35	3.0	0.29	なし	"
	8	"	"	"	10.82	"	0.024	0.83	"	0.17	"	0.22	0.15	7.5	0.69	1	"
	9	"	"	"	10.63	"	"	0.85	"	"	"	0.27	0.30	8.5	0.80	2	"
E	1	62	1.24	225.31	9.00	27.0	0.040	1.03	0.28	0.15	0.44	1.00	0.31	11.0	1.22	なし	0.25
	2	"	"	"	9.50	"	0.042	0.95	"	"	"	0.22	0.28	14.0	1.47	1	"
	3	"	"	"	9.29	"	0.041	0.97	"	"	"	0.27	0.30	14.5	1.56	2	"
	4	"	1.55	316.17	10.96	"	0.034	0.83	0.20	0.17	"	1.00	0.33	8.0	0.74	なし	"
	5	"	"	"	11.67	"	0.037	0.77	"	0.19	"	0.22	0.30	12.0	1.03	1	"
	6	"	"	"	11.76	"	"	"	"	"	"	0.27	0.25	"	1.02	2	"
	7	"	1.97	447.10	10.38	"	0.023	0.87	0.14	0.17	"	1.00	0.36	5.5	0.53	なし	"
	8	"	"	"	10.88	"	0.024	0.83	"	0.18	"	0.22	0.34	8.0	0.74	1	"
	9	"	"	"	11.19	"	0.025	0.81	"	"	"	0.27	0.23	9.0	0.80	2	"
F	1	39	1.24	201.29	5.83	"	0.029	1.12	0.19	0.15	"	1.00	0.26	1.5	0.26	なし	"
	2	"	"	"	6.15	"	0.031	1.06	"	0.16	"	"	0.20	5.0	0.81	"	"
	3	"	1.55	269.98	7.63	"	0.028	0.85	0.14	0.20	"	"	0.37	5.5	0.72	"	"
	4	"	"	"	8.22	"	0.031	0.79	"	0.21	"	"	0.33	4.0	0.49	"	"
	5	"	1.97	359.17	6.48	"	0.019	1.00	0.11	0.17	"	"	0.25	3.0	0.46	"	"
	6	"	1.24	201.29	6.88	"	0.020	0.95	0.19	0.18	"	"	0.33	2.0	0.29	"	"
	7	"	"	"	5.95	"	0.030	0.76	"	0.15	"	"	0.31	9.0	1.51	"	"
	8	"	"	"	6.08	"	"	0.74	"	0.16	"	"	0.37	5.0	0.82	"	"
	9	"	1.55	269.98	7.33	"	0.027	0.61	0.14	0.19	"	"	"	7.5	1.02	"	"

④ 反射率と空気圧

反射率は、波形勾配に支配され $K_R=0.2\sim 0.4$ であった。空気流出口の弁による影響は顕著にみられなかった。空気圧は、空気流出口弁の影響を受け、弁のない時には圧力は小さいが弁を設けることにより空気圧が上る。同時に、波形勾配、 H/h , R/R' , h/L により空気圧は異なる。波高が大きく、周期が短い波で、模型設置水深が比較的深い時に $P/H \approx 1.5$ 付近の大きな圧力が得られる。反射率 K_R と空気圧 P/H の一般的な傾向は、図-8にあるように反射率 K_R の小さい時、空気圧 P/H 大である。

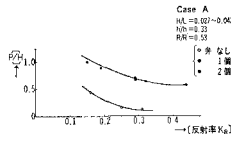


図-8

(2) タイプBの実験

a) 作動原理

この装置は、図-9に示すように整流部、回転部の2つの部分で構成されている。さらに整流部は、前後に分かれおのおの所に整流可動板を設け、常に一定方向の水流が維持される。回転部では、回転可動板(翼)があり整流板等により回転方向の水流が作用した時のみ回転し、これ以外の水流の時はその力を逃がすようになって

いる。整流可動板は、回転軸の中心と整流可動板の中心とが一致していないために常に回転力を得ることになる。つまり、波がこの装置に達すると整流可動板、回転可動板により、波は流れに強制的に変換され、この流れの力で回転力を得ようとするものである。

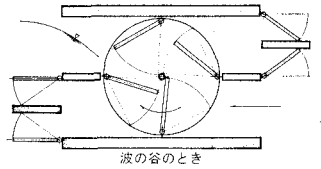
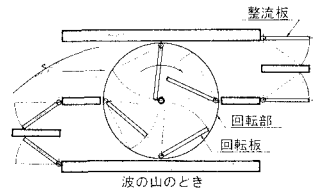


図-9

戻り流れをも有効に回転力に変えるために、効果的に整流可動板を設置してある。このようにして、波の流れに変え、流れから力を得ている。

b) 実験結果

実験の結果を表-2にまとめた。反射率 K_R および回転数 r は、

$$K_R, r = \varphi(h/L, H/L, H/h, l/L, R/R', D/l)$$

(l : 装置の幅, D : 回転翼の直径, R' : 装置全高)

表-2 実験(条件)結果表(タイプB)

Case	h	T	L	H	l	H/L	l/L	D/l	R/R'	h/L	H/h	反射率 K_R	回 転 数			
													上翼	中翼	下翼	
イ	1	19.0	1.55	200.30	10.3	30	0.051	0.150	0.33	0.51	0.09	0.54	0.26	0	25.5	24.0
	2	"	"	"	10.2	40	"	0.200	0.25	"	"	"	0.24	"	31.5	42.0
	3	"	"	"	10.4	50	0.052	0.250	0.20	"	"	0.55	0.15	"	"	"
ロ	1	25.2	1.24	173.79	11.8	30	0.069	0.173	0.33	0.35	0.15	0.47	0.21	4.5	25.5	0
	2	"	1.55	224.90	12.0	"	0.053	0.133	"	"	0.11	0.48	0.27	10.5	30.0	12.0
	3	"	"	"	11.4	40	0.051	0.178	0.25	"	"	0.45	0.15	0	40.5	37.5
	4	"	"	"	11.3	50	0.050	0.222	0.20	"	"	"	0.11	"	55.5	49.5
	5	"	"	"	11.1	60	0.049	0.267	0.17	"	"	0.44	"	"	58.5	51.0
	6	"	"	"	13.0	30	0.058	0.133	0.33	"	"	0.52	0.31	10.5	31.5	21.0
	7	"	"	"	11.8	40	0.053	0.178	0.25	"	"	0.47	0.18	3.0	43.5	45.0
	8	"	"	"	12.3	50	0.055	0.222	0.20	"	"	0.49	0.08	0	57.0	51.0
	9	"	"	"	"	60	"	0.267	0.17	"	"	"	0.10	"	63.0	61.5
	10	"	1.97	295.13	10.8	30	0.037	0.102	0.33	"	0.09	0.43	0.39	7.5	18.0	3.0
	11	"	"	"	9.7	40	0.033	0.136	0.25	"	"	0.38	0.28	6.0	30.0	21.0
	12	"	"	"	9.8	50	"	0.169	0.20	"	"	0.39	0.27	0	37.5	31.5
	13	"	"	"	10.4	60	0.035	0.203	0.17	"	"	0.41	0.17	"	43.5	45.0
ハ	1	31.5	1.24	187.90	12.1	30	0.064	0.160	0.33	0.18	0.17	0.38	0.18	7.5	12.0	0
	2	"	1.55	249.93	"	"	0.048	0.120	"	"	0.13	"	0.31	10.5	"	10.5
	3	"	"	"	13.8	40	0.055	0.160	0.25	"	"	0.44	0.20	"	42.0	33.0
	4	"	"	"	14.2	50	0.057	0.200	0.20	"	"	0.45	0.07	13.5	60.0	42.0
	5	"	"	"	14.3	60	"	0.240	0.17	"	"	"	0.06	21.0	66.0	43.5
	6	"	"	"	14.6	30	0.058	0.120	0.33	"	"	0.46	0.30	6.0	30.0	15.0
	7	"	"	"	"	40	"	0.160	0.25	"	"	"	0.20	10.5	51.0	0
	8	"	"	"	14.5	50	"	0.200	0.20	"	"	"	0.07	15.0	63.0	46.5
	9	"	"	"	14.9	60	0.060	0.240	0.17	"	"	0.47	0.08	18.0	69.0	45.0
	10	"	1.97	327.29	12.6	30	0.038	0.092	0.33	"	0.10	0.40	0.35	12.0	18.0	9.0
	11	"	"	"	13.1	40	0.040	0.122	0.25	"	"	0.42	0.28	"	30.0	—
	12	"	"	"	12.7	50	0.039	0.153	0.20	"	"	0.40	0.16	15.0	42.0	33.0
	13	"	"	"	12.3	60	0.038	0.183	0.17	"	"	0.39	0.11	12.0	51.0	39.0
	14	"	"	"	12.6	30	0.039	0.092	0.33	"	"	0.40	0.30	10.5	18.0	0

- { R: 静水面から可動板天端までの距離,
- { h': 底面から回転軸までの距離

タイプAの実験結果と同様に各要素の主な影響を以下にみる。

① 回転翼の違い

回転翼の位置により、回転数は表一2のように異なる。最も回転する翼は、静水面付近に位置する中段（中翼）のもので、次いで海底に近い下段（下翼）であった。静水面より上の上段の回転は、ほとんど期待できない。したがって、以下回転数は中翼のもので整理してある。

② 相対水深 h/L

反射率は、相対水深と l/L に影響を受け、図一10のように反射率は、 l/L の大きい ($l/L=0.27$, l の大きい) 時は、相対水深の増加により小さくなる。 l/L の小さい ($l/L=0.13$) 時は、上の逆となる。回転数は、相対水深 h/L の増加により多くなるが、ここでも l/L の影響が大きい。

③ 波形勾配 H/L

波形勾配の急な波の反射率は図一11のように低い。しかも、装置幅 l に左右され、 l の大きいほど反射率は低下する。次に回転数 r は、図一11で示すように、波形勾配の大きい波ほど多くなり、装置幅 l の影響は、反射率と逆の傾向で l の大きい程回転数が多くなる。

④ 装置の幅 l/L

反射率は、図一12に示すように l/L の影響を顕著に受け $l/L \approx 0.2 \sim 0.25$ で最小値をとり、この時の反射率は $K_R=0.1$ であった。 $l/L \approx 0.2$ 付近でこのような傾向をもつことは、すでに実験^{(6),(7)}などで周知のことである。同図に他の実験、理論値を併記してある。回転数は、③で述べているように l/L が大きくなると (l は大) 多くなる。

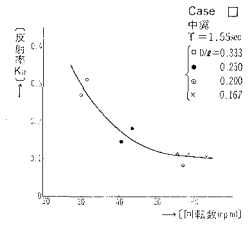
⑤ 回転翼の径 D/l

回転翼の直径 D の影響は、図一13に示す。この図によ

れば、反射率の小さい時は回転数が多く、反射率の大きい時は回転数が少ない。つまり、 D/l の増加により反射率は増加し、回転数は減少する。

⑥ 反射率と回転数

反射率は、波形勾配 H/L , l/L , D/l に大きく左右される。つまり、波形勾配の小さい時、 l/L の小さい時（装置幅 l の長い時） ($l/L < 0.27$), D/l の大きい時反射率が大きくなる。回転数は、 H/L , l/L ともに反射率と逆の関係にある。



図一14

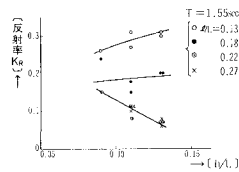
この他に回転数を支配する要素としては、回転翼の径 D が加わる。装置幅 l の短縮は回転翼の径 D の取り方により可能になろう（図一14）。

5. まとめ

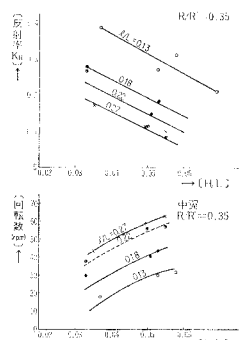
- 1) 波の力からエネルギーを得ることを目的として、2つの実験を行い、その結果をまとめたのが本文である。
- 2) タイプAの実験は、波の作用に合わせて可動する受波板を運動させ、受波板背後の空気室の空気圧を利用して力を得ようとしたものである。これによれば、反射率は 20~40% になり、空気圧は $P/H \approx 1.5$ 程度が得られた。
- 3) タイプBの実験では、反射率は装置の幅に影響されるが 20% 台になった。この時の回転翼の回転数は、翼の径を小さくすることにより増加した。この実験での最大回転数は 60 r.p.m. であった。
- 4) この2つの実験での主な問題点は、構造物としての安定、耐久性、材質等についてであり、ここでは一切無視してある。

参考文献

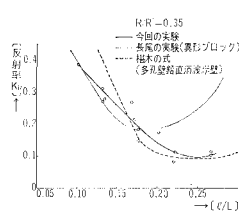
- 1) 長崎作治: 海洋構造物の設計と施工, 1970年4月, 森北出版.
- 2) 高野健二: 海洋とエネルギー, 1970年7月, 共立出版.
- 3) 筑井正義: 海洋開発ハンドブック, 1975年3月, OCEAN AGE 社.
- 4) OCEAN AGE: 海の波から電気を採る, 1974年3月号, OCEAN AGE 社.
- 5) 伊藤善行: 特殊防波堤論, 1970年, 水工学シリーズ.
- 6) 千秋信一: 海洋エネルギーの利用, 1974年6月, 土木学会誌.
- 7) 佐々木忠義編: 海洋開発V, 1970年2月, 海洋開発センター出版局.
- 8) 益田善雄: 波力発電の現状と将来, OCEAN AGE, 1974年10月.
- 9) 前出繁吉: 波力発電装置を有する防波堤の考察, 「港湾」, 1948年1, 2, 3月号.
- 10) 鈴木晴之: 海洋エネルギーの利用と日本の技術, OCEAN AGE, 1969年9月.



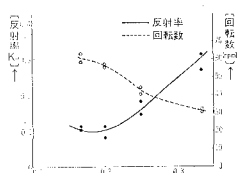
図一10



図一11



図一12



図一13

- 11) 三宅義雄: 港湾における波浪エネルギー利用への提案, 「港湾」, 1973年3月号.
 - 12) 嶋田長彦: 大規模波力発電の構想, 「港湾」, 1975年3月号.
 - 13) 海洋工学ハンドブック.
 - 14) 英 ザ・タイムス, 1974年10月7日付.
 - 15) 長尾義三・加藤久徳: 直立消波岸壁に関する二・三の実験的研究, 第17回海岸工学講演会講演集, 1970年.
 - 16) 榎木 亨・岩田好一郎: 透過性構造物による波の変形について, 第19回海岸工学講演会論文集, 1972年.
-