

## 新型振り子方式による波力エネルギー変換装置の開発

(社) 寒地港湾技術研究センター	正会員	長内戦治
室蘭工業大学	正会員	近藤俊郎
開発土木研究所	正会員	水野雄三
T-ウエブコンサルタントボランティア		渡部富治
(株) 榑崎製作所		清野勝博

### 1. まえがき

わが国のエネルギー需給は石炭、石油等の化石燃料に大きく依存しているため、原子力や非化石エネルギーへの転換が進められている。地球環境を破壊せず、今後とも持続ある開発を進めていくためには、省エネルギーや新エネルギーの開発に取り組んでいかなければならない。その中で、太陽熱、地熱、風力、波力等の自然エネルギーを活用したクリーンエネルギーへの変換は必要不可欠であるが、コスト、発電量面での問題が多く、これらを解決すべく昔から研究開発が進められてきた。実用化への取組を難しくしている最大の障壁は発電コストが化石エネルギーに比較して高いことであり、これを低くするための技術開発が急務の課題である。これら自然エネルギーは非常に身近であり、常に再生産される豊富なエネルギーであることから、これを活用していくことは地球的規模の環境問題の解決にも大いに寄与していくことになる。

この報文では、現在研究開発中である新型波力エネルギー変換装置の概要とその実施状況等について報告する。

### 2. 振り子式波力エネルギー変換装置の開発経過

波力エネルギーを変換するための装置を大別するとOWC (Oscillating-Water-Structure) と振り子方式に分けられる。

北海道においては近藤教授、渡部教授<sup>1)</sup>が中心になり、昭和48年より振り子方式による波力エネルギー変換装置の研究開発が進められてきた。昭和58年には本格的な実験機を試作、それを室蘭港海域にある室蘭工業大学所属のケーソン(L8m×W7m×H6.1m)に設置して数年間にわたり現地実験を進め、波力エネルギー変換の有効性を実証した。

これと並行して本格的な実物大実験<sup>2)</sup>が室蘭工業大学、増毛町、日立造船(株)の三者による共同研究開発として、昭和55年から60年にかけて増毛港にて現地実験が行われた。その装置は図-1に示すように幅3m×高さ5.3mのストッパー装置付振り子板と発電機から構成されていた。その規模は20kwとし、その発生電力は漁民センターの給湯に利用する計画で進められた。同年7月、機器を設置、冬季の11月より本格的な試験開始に入ったが、試験中に予想外の高い波を受け、その剪断力により振り子の支点の締付部が破断、振り子が脱落するといったトラブルが発生した。この復旧対策として、その異常波力を軽減するため、振り子に穴をあけ異常負荷が生じないよう装置の改良を行った。

その結果、当初計画の発電の効率を上げることはできなかったが、波力エネルギーの変換装置として、大きな成果をあげ、この分野の発展に大きな貢献を果たしてきた。

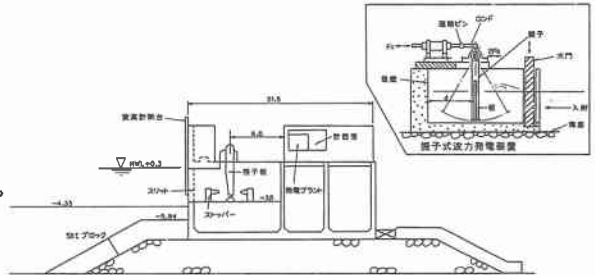


図-1 波力発電装置設置図(増毛港)

しかし、この方式ではコストの障壁を越えることができないことから、これらの成果を踏まえ、高性能で建設コストも低減可能な機器の研究開発が進められてきた。平成4年、室蘭工業大学での海洋エネルギー開発国際会議（ODEC）の開催を期に新たな研究体制のもとで、新型の振り子式波力エネルギー変換装置の開発に取り組み、平成5年から新形式による試験機の製作及びその現地据付等を行って実験段階に入ったものである。

### 3. 新型振り子式波力エネルギー変換装置の開発

この新型振り子式波力エネルギー変換装置<sup>3)</sup>は、波による水平振動流を釣り下げられている振り板の揺動に変換させ、振り子に直結されているロータリーベーンポンプを正逆交互に回転させる。この運動により吐油を油圧モータに送り込んで発電機を駆動させる方式のものである。

この方式を用いることにより ①油圧システムの高性能化や ②大容量高圧ベーンポンプ（以下GHVポンプと略記）による出力の平準化等の機能アップをはかれる。さらに ③高波浪に対する振り子装置の耐波性の向上等を行った。この振り板と油圧システムの同一構造化により、据付作業が大型クレーンにて簡単に

に行うことができコスト低減をはかることができた。ロータリーポンプのシールについては金属材料を用いて、ポンプの点検、部品交換を不用とし、維持管理の簡便化を図った。

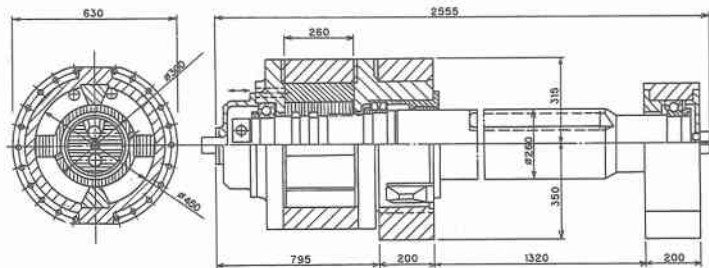


図-2 ニュートンテュラ実験機用ロータリーベーンポンプ概要図

図-2にロータリーベーンポンプ及び軸の構造を示す。

この新型振り子式波力エネルギー変換装置の研究開発は（社）寒地港湾技術研究センター、室蘭工業大学、（株）檜崎製作所およびTウエブコンサルタントの共同開発体制の下で図-3により装置の製作、現地実験等を行っていくこととしている。

図-3 研究開発スケジュール表

	平成5年	平成6年	平成7年	平成8年
波力装置開発	-----			
実証実験		-----		
データ解析				-----
その他				

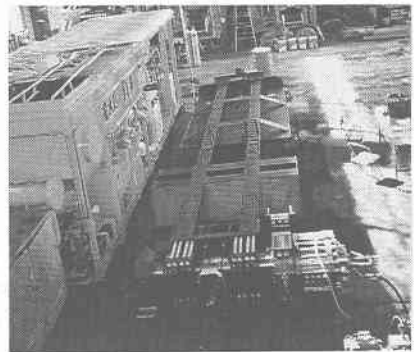


写真-1 振り子本体製作

計画表にもとづき平成5年に装置の製作、平成6年には、同装置の現地据付各種観測器械の設置及び附属電気工事等を実施した。現在までの研究開発には約36,000千円が投入されている。

新型振り子式波力エネルギー変換装置の諸元は次に示すとおりである。

#### ①振り子本体（ベンチュラム）

- 全体構造 幅2,084mm × 高さ6,900mm
- 受波板 幅2,030mm × 高さ3,215mm
- 水深 C. D. L 2,750mm

#### ②揺動式ベーンポンプ（振り子軸結合型）

- 全体構造 高665mm × 幅800mm 長2,396mm

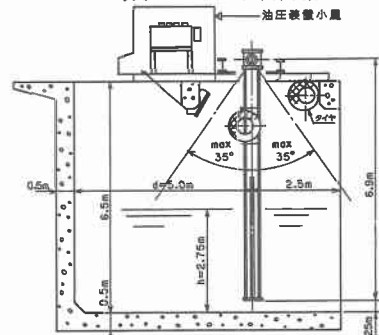


図-4 新型振り子波力エネルギー変換装置図

0-列寸法 外径450mm 内径300mm 幅260mm  
 ペーン数 2葉  
 押しのけ容量 45.9L/rev  
 理論トルク 182.8KNm  
 吐出圧力 max25MPa  
 揺動角 max±70度  
 理論流量 平均300/2secの時1.91L/sec

③屋内、外油圧装置

最大流量 130L/min  
 最大圧力 25MPa(外)、20MPa(内)  
 配管径(外) 32A(吐出側)、40A(吸込側)  
 配管径(内) 25A(高圧側)、20A(低圧側)  
 40A(低圧側)

工場試験においては、油圧に対する油もれ量やトルク効率試験を実施、その特性や実用性を確認を行って試作機の製造には入った。

写真-1は工場での製作状況を、図-4には現地ケーソンに設置した状況を示す。



写真-2 据付け作業状況

#### 4. 新型振り子式波力エネルギー変換装置の設置と計測について

この装置は室蘭港絵納地区南外防波堤の基部付近に設置されている室蘭工業大学のケーソンに、平成6年5月4日に大型陸上起重機により設置した。写真-2にその据付け作業状況を示す。

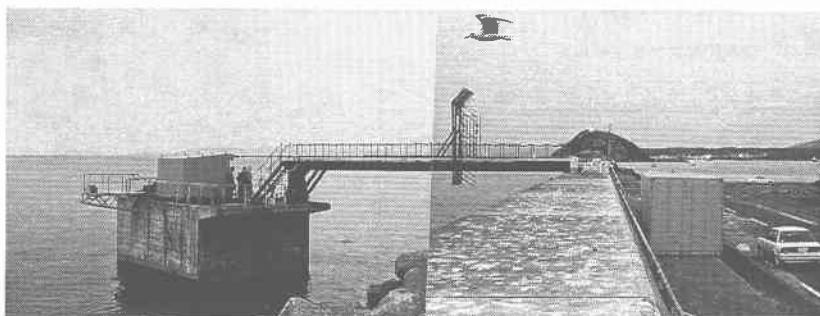


写真-3 室蘭港絵納地区南防波堤基部の波力エネルギー変換装置及び観測施設

従来は設置するのに水平度が要求され波のある時などは大変困難を極めたが、この振り板とロータリーベーンポンプ一体型的方式を用いることにより、設置は非常に簡便化されコストダウンされることとなった。

計測小屋は従来の反省にたつて耐波性や盗難防止を兼ねた、堅固なコンテナを用いることとした。

計測は1) ポンプ圧力 4点 2) モータ軸トルク 1点 3) モーター軸回転速度 1点 4) 振り子傾斜角度 1点 5) 波高計 1点

計測間隔は負荷状況を10分ごとに变化させ8パターンの連続計測を行うこととした。計測したデータはCSV形式のディスクファイルに収めることとした。

図-5に計測システムの内部配置図を示す。

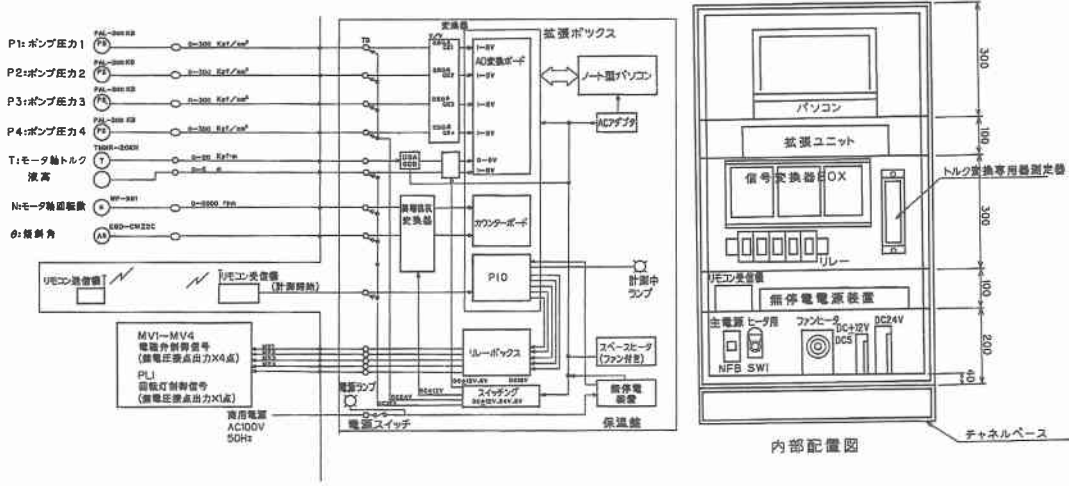


図-5 観測装置及び配線図

計測は2年間行って引続き解析を行う予定である。現在まで数十回を観測しているが、いずれも良好に作動しており、今後波の荒い冬期を迎えるので多くのデータを取得できるものと大いに持っている。写真-3にその観測の一例を示す。

5. 結 び

波力発電のエネルギーは無尽蔵であり、それを活用することは必要不可欠とされている。しかし取得コストが高いという大きな障壁があるため、実用的な機器開発を進めることは大変難しかった。しかし、多くの研究開発の努力により、新型の機器開発に到達した。

この振り子式は北海道独自で開発された技術であり、今後さらに発展させていかなければならない。このため未解明な部分のあるポンプ本体の耐圧構造やシール要素に関する問題解決に取り組んでいくことが必要であり、今後、その方面の研究がまたれる。

また、観測成果の蓄積により、システムの耐久性や負荷に対する効率性、本機設計のための貴重なデータが各種収集され、今後の実用化に向けて大きなステップになっていくことになる。

最後に本開発を進めるに当たり、ご協力いただいた当センターの成田第二調査研究部長、計器設置や電源利用に大変お世話になった室蘭市港湾部、第一管区海上保安本部の関係各位に紙面をかりて厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 渡部富治・近藤徹郎・谷野賢二・竹田英章・黒井昌明；防波施設に併設する波浪エネルギー吸収装置の研究 第29回海岸工学講演会論文集 pp486-490 1982
- 2) 黒井昌明；増毛港波力発電装置 海と港 No5 北海道港湾海岸研究会 pp79-80 1982
- 3) T Watabe・H Kondo・H Sirai・K Seino；Remodelling of Muroran Wave Test Plant ISOPE94 P353-358
- 4) 北海道港湾海岸研究会 海洋エネルギー利用技術 昭和58年10月

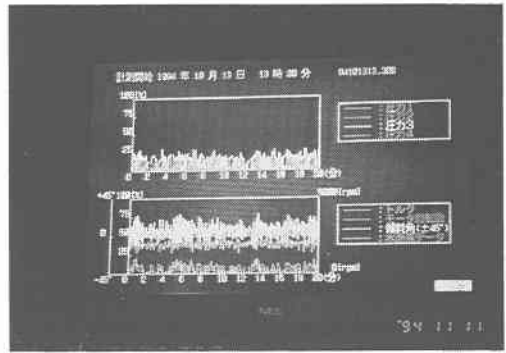


写真-4 パソコンによる観測状況