

II-70

波浪発電実験プラントによる三次元波浪変形特性

室蘭工業大学 学生員 加藤 満  
 室蘭工業大学 フェロー 近藤 俊郎  
 (株)北日本港湾コンサルタント 正会員 長内 戦治  
 (社)寒地港湾技術研究センター 井上 達治

1. はじめに

今日、化石燃料の多消費が問題となっている。21世紀に向けて限りある資源の保護、そして環境破壊を防止する目的においても、新エネルギーの開発は緊急な科学技術的課題である。その中で波浪エネルギーは我が国のような島国では沿岸域で広く利用できる自然エネルギーであり、環境保護の面からもクリーンエネルギーとしての波浪エネルギーの利用は今後期待されるものである<sup>1)</sup>。

室蘭工大では振り子式波浪発電システムについて長年研究を重ねており、室蘭港絵鞆に設置されている振り子式発電実験プラントにおいて現地試験を行っている<sup>2)</sup>。本研究では、プラント地点および沖合波浪データを収集し、それぞれの波浪変形特性を調べると共に、現地プラントおよび周辺地形を実験水槽内に再現した室内実験で、主に一方向不規則波について調べた波高分布特性と比較する。これらはテストプラントのエネルギー取得効率の正確な推定に利用される。

2. 現地実験プラント周辺の波浪特性

図・1、図・2に振り子式発電実験プラントの位置、周辺の深浅図および波高計の設置位置を示す。テストプラントは、室蘭港絵鞆の南外防波堤の沖側に隣接する形で波向き頻度が最も高いW~WNW方向に対して垂直になるように設置されている。内部は2つの水室があり、現在ではそれぞれ消波枠とスクラップタイヤが置かれ、消波効果をもたらしている。ここで、沖合1.8km(超音波式、北海道開発局所管)<sup>3)</sup>、プラント前方17.5m(超音波式、室蘭工大)、プラント横(空中発射式、室蘭工大)の3点のそれぞれの波高計で同時刻に観測された波浪データを用いて、同観測時における各地点間の関係を調べた。今回使用した波浪データは1997年11月16日~12月15日の期間で、2時間毎の収集データを用いた。

図・3はそれぞれ $H_{1/3}$ 、 $T_{1/3}$ について各地点間の相関係数を求めたものである。これを見るとわかるように、有義波高 $H_{1/3}$ については、どの地点間でも $r$ が0.9以上となっており、かなり高い相関性が見られる。その中でもプラント前方17.5mとプラント横の2地点については $r = 0.9898$ で、最も高い相関を示している。

周期については相関係数が0.63~0.75となり、全体的には相関性が高いとは言えない。しかし、図からも明らかなように、短周期の範囲においては相関性が見られ、周期が長くなるほどばらついた分布を示している。

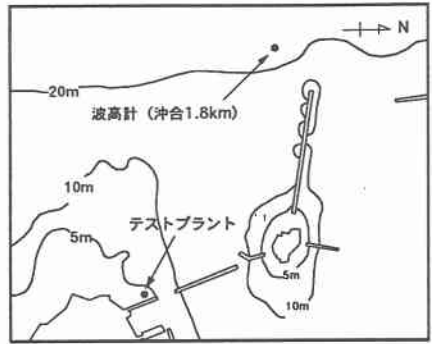


図-1 実験プラント位置図

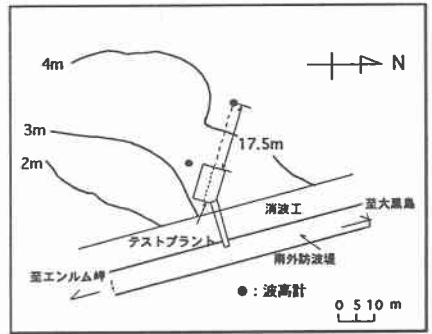


図-2 プラント周辺深浅図

Characteristics of three-dimensional wave transformation at the wave power test plant, by Mitsuru KATO, Hideo KONDO, Senji OSANAI and Tatsuji INOUE

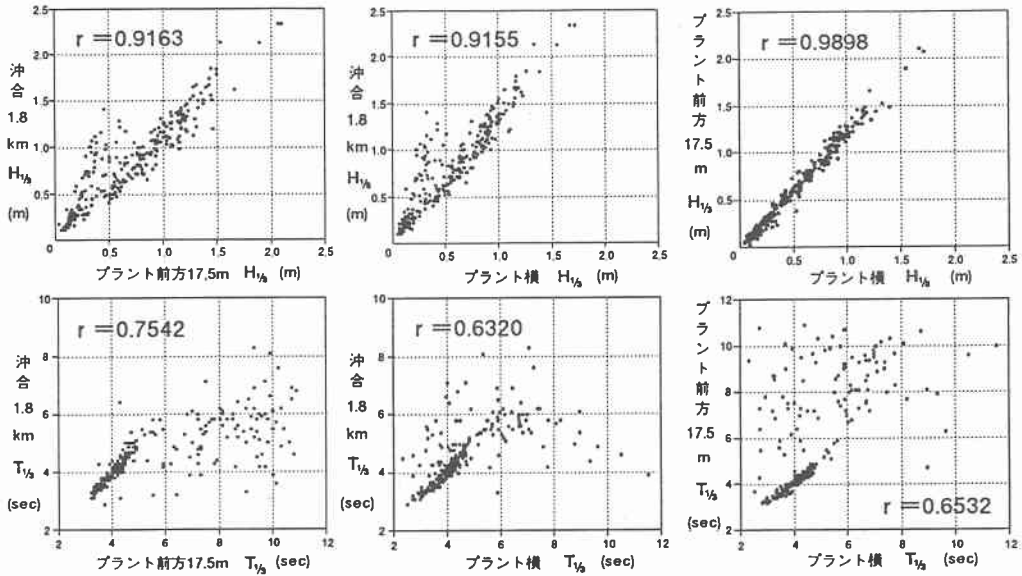


図-3 各地点間の相関

### 3. 実験水槽における波高分布特性

次に、実験水槽（ $20 \times 8 \times 0.7$  m）内に、テストプラントおよび周辺地形を1/10の縮尺で再現し、一方向不規則波について波高分布を測定した。図-4にその概略図を、図-5にテストプラント模型図を示す。測定範囲については、沖合波高分布として造波機前方3mの地点から50cm間隔の格子状の点で測定を行い、ケーソン周辺波高分布としてケーソンを中心とした43.25cm間隔の格子状の点でそれぞれ波高分布を測定した<sup>4)</sup>。実験条件については、ケーソンおよび水室内に設置する振り子・消波工による影響を調べるために、設置状況の異なる3つのパターンで実験を行った。また、造波条件については一方向不規則波を対象とした。それぞれの条件を表-1に示す。データは、造波開始20秒後からサンプリング間隔50msecで2048個収集して、解析を行う。

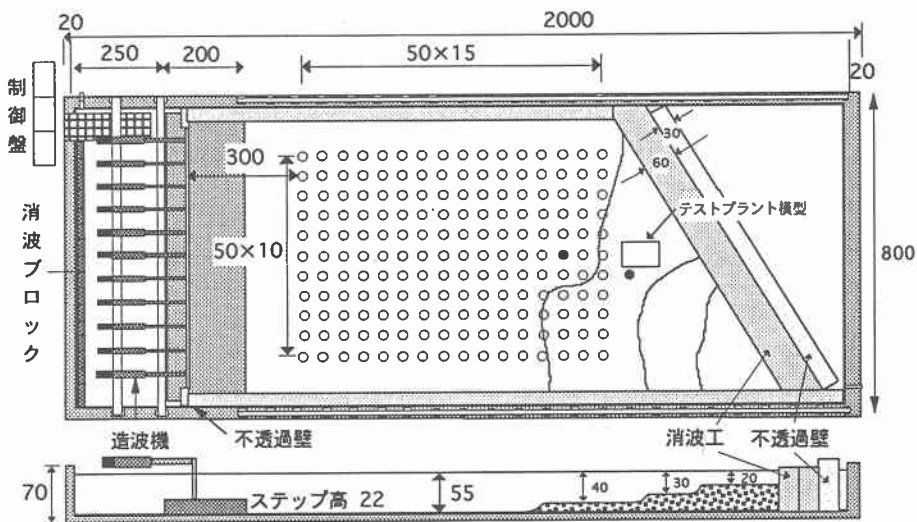


図-4 水槽概略図および模型、波高計設置図（沖合測定時）

実験条件	
パターン1	地形のみ
パターン2	地形+ケーソン (振り子・消波工なし)
パターン3	地形+ケーソン (振り子・消波工あり)

造波条件	
目標波高 $H_{1/3}$ (cm)	4.0
周期 $T_{1/3}$ (sec)	0.9 1.3 1.6 1.9

表 - 1 実験条件および造波条件

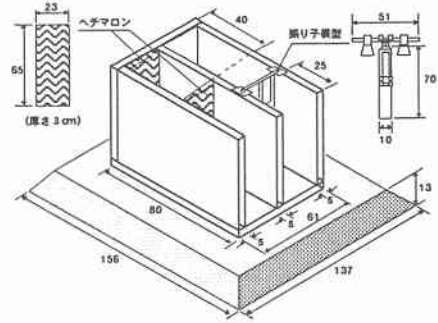


図 - 5 テストプラント模型図

#### 4. 実験結果および考察

##### 4. 1 沖合波高分布

代表的な例として、有義波周期  $T_{1/3}=1.3$  sec におけるパターン別沖合波高分布を図・6に示す。いずれのパターンについても側壁付近においては波高が低くなり、中央部分で高い値を示している。これは、いずれの周期についても同じ傾向が見られた。理由としては、側壁消波工による影響が大きいものと考えられる。また、いずれのパターンについても岸側に近づくに従って右側の方がやや高い値を示しているが、これはケーソン後方の消波工および不透過壁による反射の影響と考えられる。実験条件の違いによる大きな違いが見られないことから、沖合波高分布についてはケーソンおよび振り子による影響はほとんど無いと言える。

周期による違いについては、実験値と計算値との比を縦断方向について求めると、周期が長くなるに従って波高比が小さくなる傾向が見られた。これは、長周期の波になるほど反射の影響が大きくなるためであると考えられる。今回の実験においては、 $T_{1/3}=1.3$  sec の場合が最も波高比が1に近く、実験値と計算値がほぼ等しい結果が得られたことから、 $T_{1/3}=1.3$  sec 前後が実験波としての再現性が良いものと考えられる。

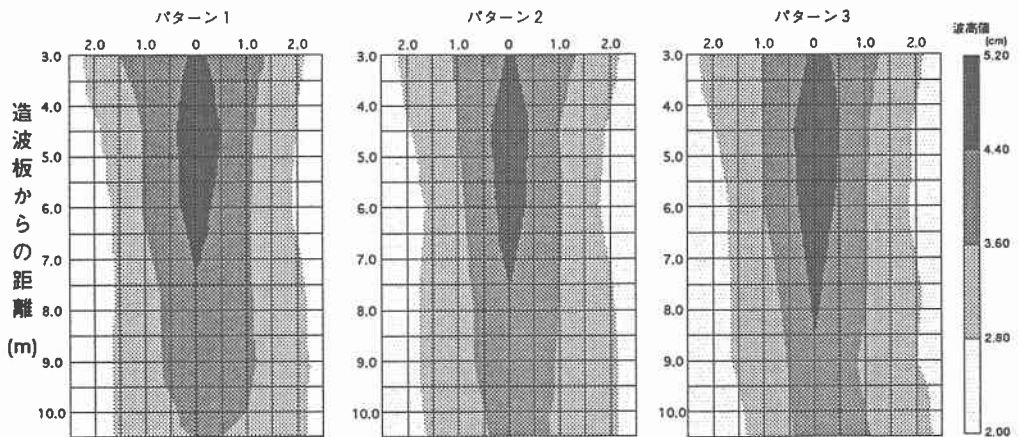


図 - 6 沖合波高分布 ( $T_{1/3}=1.3$  sec)

##### 4. 2 ケーソン周辺波高分布

図・7に沖合波高分布と同様に、有義波周期  $T_{1/3}=1.3$  sec の場合についてのパターン別ケーソン周辺波高分布を示す。全体的な傾向としては右側に高い値が見られるが、これは沖合波高分布の場合と同様に岸側消波工および不透過壁による反射の影響と考えられる。パターン2と3について比較してみると、全体的にはほぼ同じような分布をしているが、ケーソンの水室内に振り子・消波工を設置したパターン

3の方が、振り子側のケーソン側面の波高が高くなっている。これは振り子運動によって発生する波が、ケーソン前面で回折した影響によるものと考えられる。また、ケーソン前面について横断方向に波高比を求めると、パターン3の方が若干ながら小さい値を示した。このことから、振り子・消波工を設置することによって、ケーソン前面での消波効果が得られた。

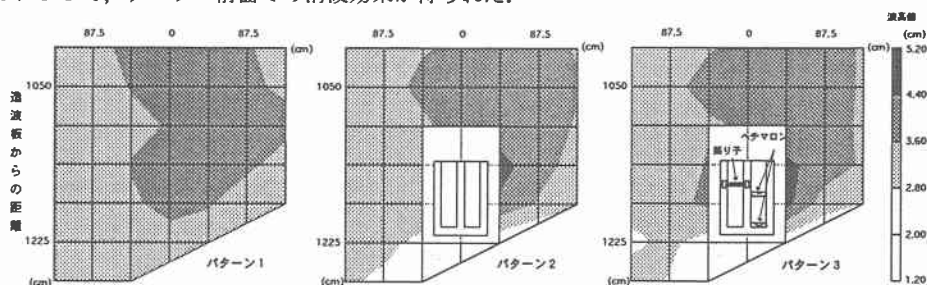


図-7 ケーソン周辺波高分布

### 5. 現地観測データと実験値との比較

現地観測データと実験水槽における実験値との関連を調べるため、現地データによる回帰直線と実験値をプロットしたものを図・8に示す。沖合波高と比較した場合についてはプラント前方、横いずれも低い値になっているが、これは、実験水槽において造波版からの距離が長くなるほど波高が徐々に低くなることの影響と考えられる。プラント前方と横の関係については非常に良く一致している。

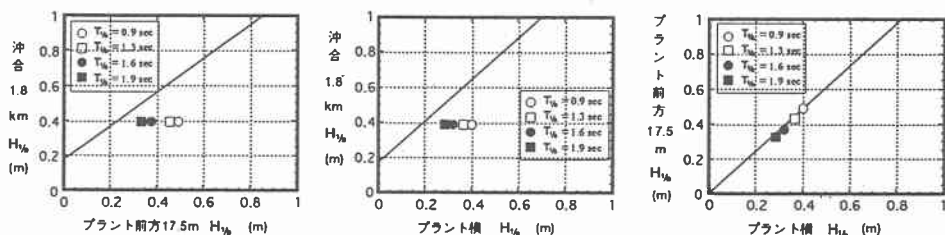


図-8 現地データ・実験値の比較

### 5. まとめ

- ・現地波浪データの比較は、有義波高についてはすべての地点間において高い相関性が見られた。中でもプラント前方と横の地点については1に近い相関係数が得られた。
- ・周期の相関性については相関係数が0.63～0.75となり、あまり相関性が見られなかった。しかし、短周期の部分だけを見ると、ある程度の相関が認められる。
- ・室内実験において、一方向不規則波については  $T_{1/3} = 1.3 \text{ sec}$  前後が、造波の再現性が良いと思われる。
- ・ケーソン模型の水室に振り子と消波工を設置することにより、ケーソン前面での消波効果が見られると同時に、振り子運動による回折波の影響と思われる波高分布がケーソン側面に見られた。
- ・現地データと実験値の比較については、プラント前方と横の関係において一致した結果が見られた。

謝辞：本研究についてデータを提供して頂いた北海道開発局室蘭港湾建設事務所の関係各位、また協力頂いた太田典之技官、塩谷宏一君（平成8年度）、木村剛志君、越田和彦君（平成9年度）に深く感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 近藤編著：海洋エネルギー技術，森北出版，185p，1996
- 2) 近藤，谷野，渡部，倉内，松岡：防波施設に併設する波浪エネルギー吸収装置の研究（4），第32回海岸工学論文集，pp697～701，1985
- 3) 北海道開発局室蘭港湾建設事務所：平成9年度気象海象観測日表（内部資料）
- 4) 近藤，加藤，太田：室蘭港波力発電実験プラント周辺における波浪特性，噴火湾研究，no.6（印刷中）