

アルゴスシステムを利用した潮汐・波浪データの伝送

上野義三・石井春雄・寄高博行 : 海洋調査課
 井本泰司 : 海洋情報課
 添盛重博 : 神戸海上保安部

Collection of Tide/Wave Data by using ARGOS System

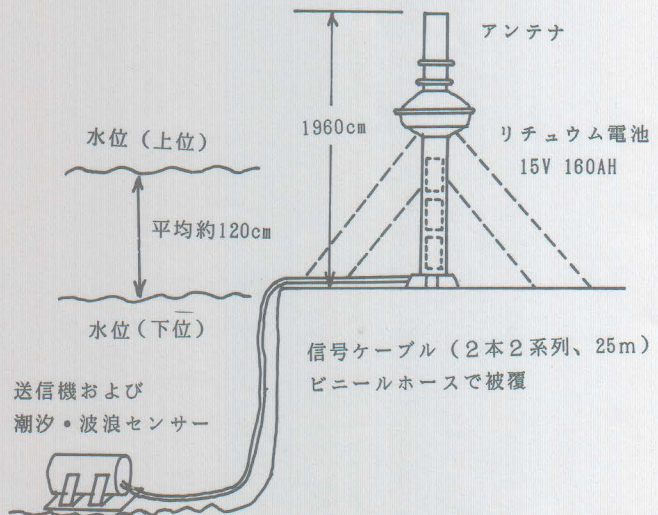
Yoshizo Ueno, Haruo Ishii, Hiroyuki Yoritaka : Ocean Surveys Division
 Taiji Imoto : Oceanographic Data and Information Division
 Shigehiro Soemori : Kobe Maritime Safety Office

1. はじめに

海上保安庁水路部では、アルゴスシステムによるデータ伝送の利用として、1984年に黒潮流路にあたる離島に水位計を設置しこのデータをリアルタイムに入手することにより黒潮の動向をモニタする実験を行った。1987年には沖の鳥島で水位の自動観測を試み、同年の11月から翌年の9月までのデータを得た。さらに1989年の6月から10月まで水位と波浪の2要素の観測装置を沖の鳥島に設置して自動観測をし、アルゴスシステムを利用した観測データ伝送を行ったので紹介する。

2. 観測装置の構成

水密耐圧容器に送信機、水位測定部、波浪測定部およびインターフェイス部を封じて水深約3mの海底に固定し、標流ブイの筐体を利用したアンテナと電源部を海上に固定し、両者をアンテナケーブルと信号ケーブル及び電源ケーブルで連結してある。第1図にその様子を示す。伝送するデータの内容については、アルゴスシステムの伝送可能最大容量が256ビットという制限があるため、潮汐データに256ビットを、波浪データに256ビットを割り当て2組のデータを1組ずつ交互に切り替えて送る方法を取った。伝送データは、水路部庁舎内にあるLUT受信機で衛星からの信号を直接受信するリアルタイムデータと、フランスのサービスアルゴスから1か月分づつ毎月送付されるMTデータとの2方式である。



第1図 潮汐・波浪観測装置設置図

3. 伝送データ

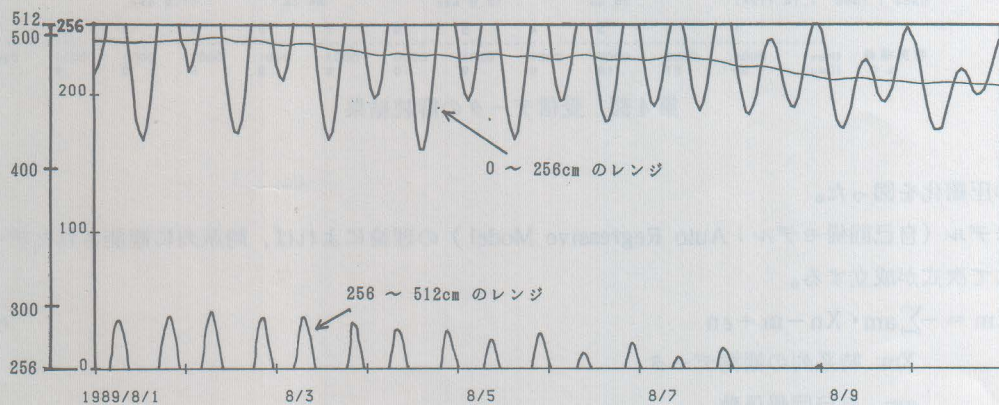
潮汐データでは1回の送信で、1時間ごと正時に10分間の平均潮位を現在観測時から過去26時間前まで27個のデータを送っている。これは受信条件の悪い場所に設置したLUTで受信した場合でも連続したデータが入手できるようにするためである。すなわち、緯度35度付近では1日に8~12回程度の受信チャンスがあるが、都会地での受信では都市雑音等妨害電波のため良好に受信できる回数は非常に少なく、有効な受信は1日に1~3回程度となっているのでこの場合でも欠測することなくデータが得られるようにするためである。

波浪データは、1日2回の観測で1回の観測につき約17分間、1秒間隔で1,024個の水位の変化を測定しその処理結果を送っている。1日2回の観測回数は、約1年間の連続観測を目的とした電池容量から決めた数値である。

4. データの圧縮化

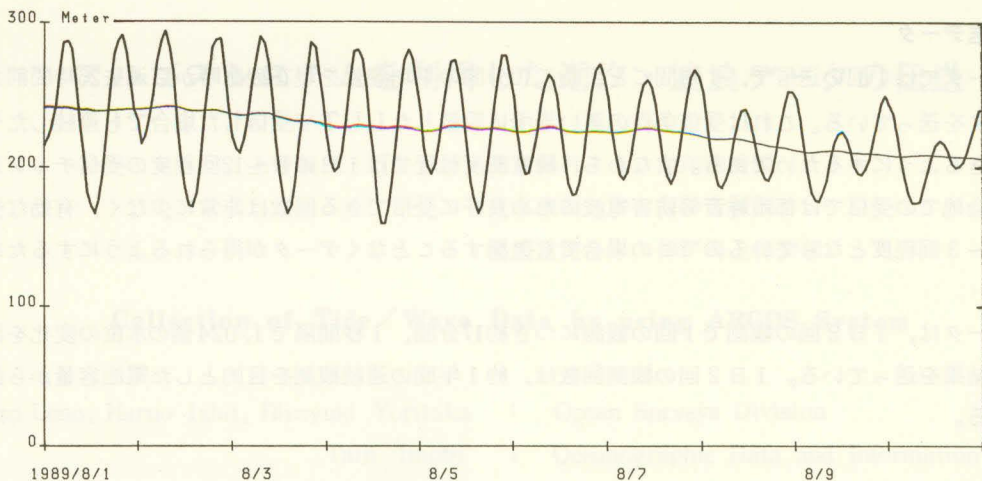
潮汐及び波浪のデータ伝送については、アルゴシステムの伝送容量の制限のため、そのままでは十分な精度と十分な量のデータが送れないのでデータの圧縮化に工夫を凝らした。

潮汐データでは、1ビット1cmの割付けをした場合、1チャンネル8ビットとればレンジ幅256cmになるが、これを内部では10ビット取ってレンジ幅10mとし、伝送は下位8ビットを送る256cm幅の4レンジ自動切り替え方式とした。この場合レンジの番号は伝送しないので受信側ではデータの連続性から判断する方式とした。第2図は、レンジ幅256ビットで伝送されてきた生データをそのままプロットしたものである。この図では水位の値がレンジオーバーになって256cm以上の水位になった場合、256cmをマイナスした値で出力されている。これをソフト計算により実用値に戻すのであるが、その結果を第3図に示す。



第2図 潮汐生データプロット図

波浪については、その情報を256ビットの制限値内で表現することはかなり困難である。波浪データとしては、標準的な観測データモードである最大波、平均波、有義波の情報に加え、パワースペクトルの情報も必要欠くべからざる要素であるが、256ビットの規格内では表現できないので工夫が必要である。そこで本装置では最大波、有義波については演算結果を送り、スペクトルについては最大エントロピー法 (Maximum Entropy Method) により12個の自己相関係数を算出し、これを送ることによりパワースペクトルに替え、



第3図 潮汐再現データプロット図

ID = 3024 Date : 1989y 214d [8M 2d Time : 16h 13m57s(UT)]

Hex Data												Dec Data											
02 15 01 00 71 79 8F A8	8D 8C 87 A1 87 67 52 48	:	2 21 1 0 113 121 143 168	189 188 183 161 135 103 82 72																			
49 55 6C 86 A7 88 C2 B8	AD 96 87 7A 75 85 8C FF	:	73 85 108 134 167 184 194 187	173 150 135 122 117 133 140 255																			

[潮汐データ]

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Start : 1989 8. 1 (23h)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
: 1989 8. 2	133	117	122	135	150	173	187	194	184	167	134	108
End : 1989 8. 3 (1h)	85	73	72	82	103	135	161	183	188	189	168	143
	121	113	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

ID = 3024 Date : 1989y 195d [7M 14d Time : 10h 25m 5s(UT)]

Hex Data												Dec Data											
F1 95 12 0C 78 08 74 00	04 00 03 00 02 00 01 00	:	241 149 18 12 120 8 116 0	4 0 3 0 2 0 1 0																			
01 00 00 00 01 00 01 00	01 00 01 00 01 00 01 FF	:	1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0	1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 255																			

[波浪データ]

Date : 1989 7. 14 (12h)	最大波高 36 cm			最大波周期 12.0 sec			有義波高 24 cm			有義波周期 11.6 sec		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
相関係数 (Hex)	0004	0003	0002	0001	0001	0000	0001	0001	0001	0001	0001	0001
x 9 (Dec)	36	27	18	9	9	0	9	9	9	9	9	9

第4図 受信データの解読結果

データの圧縮化を図った。

ARモデル（自己回帰モデル：Auto Regressive Model）の理論によれば、時系列に観測されたデータの群に対して次式が成立する。

$$X_m = -\sum a_m \cdot X_{n-m} + \epsilon_n \tag{1}$$

X_m 時系列の観測データ

a_m 自己回帰係数

m 1~12 自己回帰モデルの次数

n 1~1024 観測データの序列

ϵ_n 定常ホワイトノイズ

観測機器側では、1秒サンプリングの波高データ1,024個から自己回帰係数 a_m を求め、これを送信データとする。一方、受信側では、次式によりスペクトルの値を逆算することができる。

$$P(f) = \sigma_m / \{ 1 - \sum a_m \cdot \exp(-i2\pi fm) \}^2 \tag{2}$$

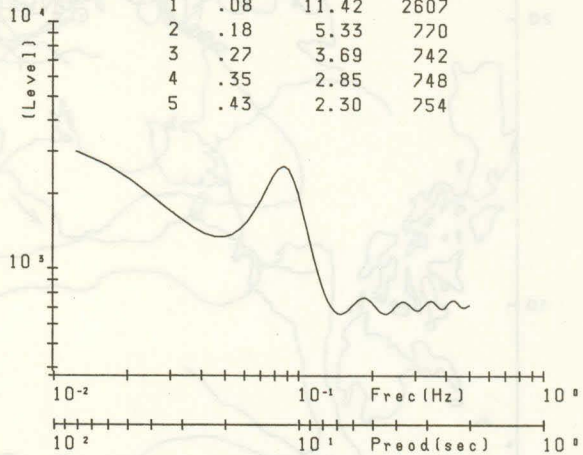
$P(f)$ 周波数 f におけるスペクトル値

σ_m 予測誤差 (残差の分散)

潮汐および波浪データの受信生データおよび解析結果のプリントアウト作表した例を第4図に、作図した例を第3図及び第5図に示す。第3図は、潮汐の毎時データと25時間移動平均値を時系列にプロットしたもので、第5図は、波浪の自己相関係数からARモデル理論によりスペクトル値を逆算した解析結果である。この例の図では、周期11秒台に第1のピークがありこれが主要波であることを示している。周期5秒以下に小さなピークがいくつかあるがこれは環礁内で波が乱れまたは反射・共振した波であると推察される。なお、このモデルで再現されたスペクトル値は相対値であるためエネルギーの絶対値は分からないが有義波・平均波等の値からおよその値を推定することは可能である。

File Name = 8971400
 1989 7.14 00h 00m
 20° 25' N 136° 04'
 Max Wave = 111cm 22.5sec
 Yag Wave = 72cm 13.2sec

No	Frec. (Hz)	Period (sec)	Level
1	.08	11.42	2607
2	.18	5.33	770
3	.27	3.69	742
4	.35	2.85	748
5	.43	2.30	754



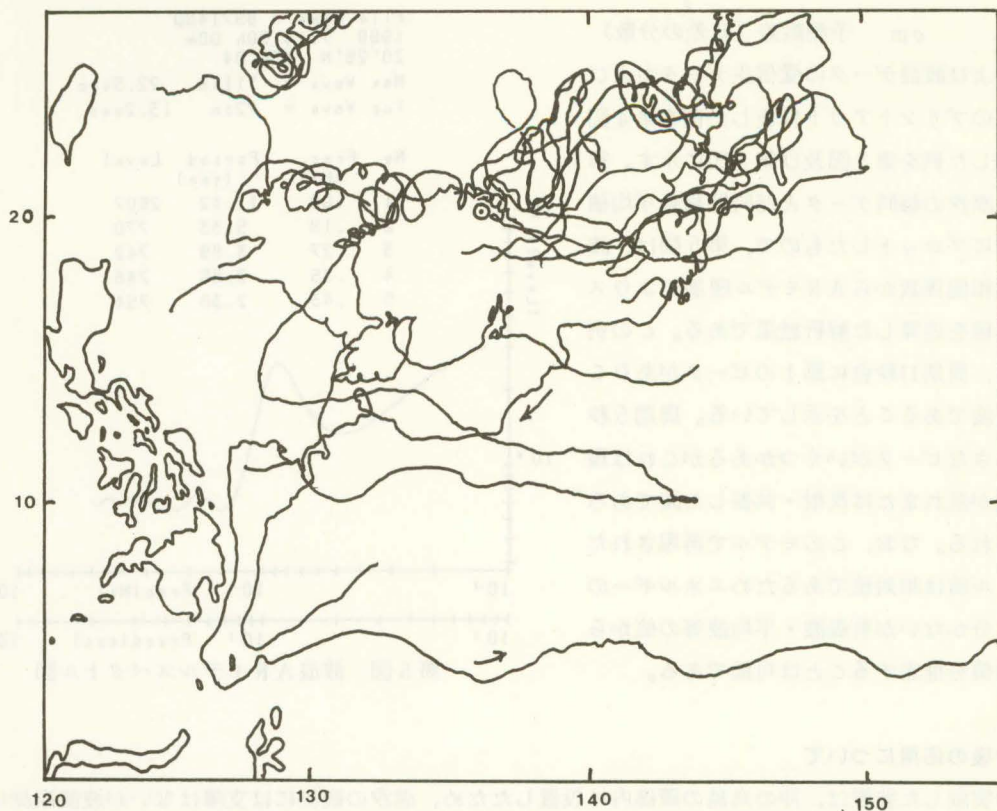
第5図 波浪ARモデルスペクトル図

5. 今後の応用について

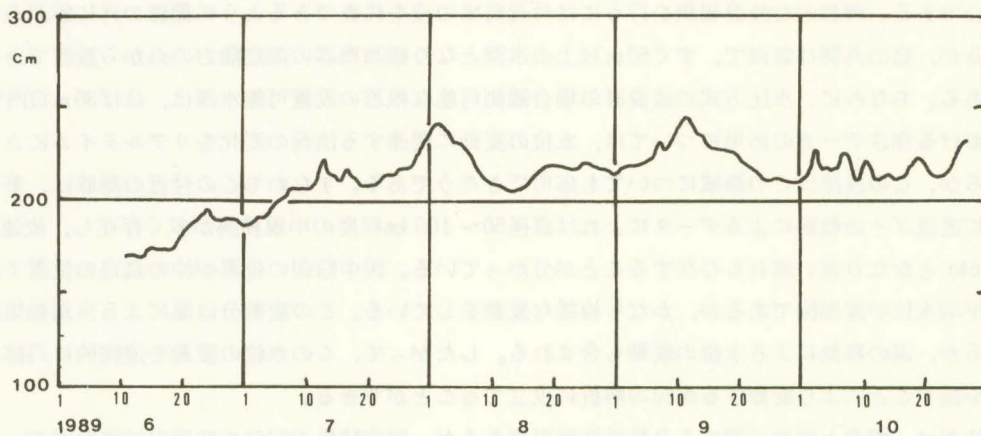
今回の実験した装置は、沖の鳥島の環礁内に設置したため、潮汐の観測には支障はないが波浪観測については真の波とは異なる変形された波を観測することになるため、データそのものは付近海域のデータを代表するものとはならない。しかし、概略の値を推定することは可能であり、これは予報等の推定値よりは確度が高いものである。理想的な波浪観測を行うには付近海域の波を代表できるように環礁の外に観測点を置く必要があるが、島の外側は急深で、すぐ50m以上の水深となり観測機器の測定能力の点から設置できなかったものである。ちなみに、水圧方式の波浪計の場合観測可能な機器の設置可能水深は、ほぼ30m以内である。

外洋における潮汐データの応用については、水位の変動に関連する流況の変化をリアルタイムにとらえることがあるが、この技法はこの海域についても応用できそうである。すなわちこの付近の海域は、第6図に示すように漂流ブイの軌跡によるデータによれば直径50~100 km程度の中規模渦が多く存在し、流速も平均0.5~1.5ktとかなり速い流れも存在することが分かっている。図中◎印の位置が沖の鳥島の位置である。第7図は平均水位の変動図であるが、かなり複雑な変動をしている。この変動分は風による水送効果の影響も含まれるが、渦の移動による水位の変動も含まれる。したがって、この水位の変動を連続的に追跡し、適切な解析を施すことにより変動する海況の解析に役立てることができる。

本観測装置は、潮汐と波浪に関する自動観測機器であるが、観測結果の記録を装置内に持たずデータを衛星経由で伝送することにより記録部を陸上に持ち、しかもリアルタイムにデータを得られること、および機器の構成が簡素であり制作費用も比較的安価である点が特徴であるといえる。したがって、観測センサーを増設または交換すれば別の観測装置となるのでその応用範囲は広く、無人の小型観測ステーションとして期待される。



第6図 沖の鳥島付近海域の中規模渦模様図



第7図 平均水位の変動図

報告者紹介



Yoshizo Ueno

上野 義三 平成3年1月現在，
本庁水路部海洋調査課上席海洋調査官