

浮遊式海洋構造物の実海域実験

VI. データ取得状況

佐藤 宏\* 大松重雄\* 星野邦弘\*

At-Sea Experiment of a Floating Offshore Structure

VI. Data Acquisition

BY

Hiroshi SATO, Shigeo OHMATSU and Kunihiro HOSHINO

Abstract

In the at-sea experiment of floating offshore structure "POSEIDON", many kinds of data recording equipments were used. This paper describes the data acquisition conditions of each measuring item for four years.

目次

1. はじめに.....	87
2. 計測器の配置.....	87
3. パソコン(FC)収録データ.....	88
4. ヒストグラムレコーダ収録データ.....	88
5. 打点式記録器収録データ.....	88
6. デジタルデータレコーダ収録データ.....	88
7. アナログデータレコーダ(14ch)収録データ..	88
8. 流速計収録データ.....	89
9. アナログデータレコーダ(4ch)収録データ..	89
10. 維持管理関係のデータ.....	89
11. 曳航試験のデータ.....	89
12. 傾斜試験および自由動揺試験のデータ.....	90
13. おわりに.....	90

1. はじめに

前論文で述べたように、本実験では計測項目の性質毎に各種のデータ収録装置が使用された。本論文では計測器の配置を示すとともに、各収録装置毎にそれぞれのデータの取得状況を述べることにする。また、随時行われた維持管理に関する計測や自由動揺試験などについても実施状況をまとめておくことにする。

\*海洋開発工学部

2. 計測器の配置

主な計測器の配置を前論文の図-1に示す。

- a) 風向・風速計は甲板上の測風塔(海面上19.5mの位置)で計測した。3軸風速計とボルテックス型風速計を併用した時期には、3軸風速計を測風塔上に、ボルテックス型風速計をP号船首海面上10mの位置に設置した。
- b) 波浪計としては、Wave Riderは船首前方約180mの海面上に、超音波式波高計(3台)は同じく船首前方約180mの海底(水深約43m)に設置した。
- c) 風圧は上部構造物の左右側面での差圧、前後側面での差圧を計測した。
- d) 水圧は船首中央コラムの海面上1m, 3m, 6mの位置で計測した。
- e) 相対水位は船首中央コラム、船尾中央コラムおよび甲板中央部左舷寄りの位置で計測した。
- f) 加速度は甲板中央部の計測室でSURGE, SWAY, HEAVE加速度を、船首中央部、船尾中央部で上下加速度を計測した。
- g) ROLL, PITCH, YAWは甲板中央部の計測室で計測した。
- h) 構造歪は図-1に示す12箇所計測した。  
局部歪は左舷船尾側のブレースの上部構造物との接合部で計測した。
- i) 係留力はNO.2ライン水中部(係留力⑤と称する)、NO.

4ライン水中部(係留力⑥と称する)および甲板上のチェーンホイール部、チェーンガイド部で計測した。  
j)気温、湿度、日射量などは計測室屋上で計測した。

### 3. パソコン ( F C ) 収録データ

前論文で述べたように、本実験の主要なデータはパソコン(NEC製PC9801)を使用し、40Mbのハードディスクに収録された。収録ch数は当初37であったが、順次増やされ、最終的には88年6月から48chとなった。収録モードとしては表-1に示す定時計測モードと臨時計測モードの2種類である。定時計測はパソコンの時計により自動的に行われるが、臨時計測は台風の襲来や季節風の強まりで波浪の発達予想される場合などに、観測員の判断で収録のスタート/ストップを任意に行えるモードである。この臨時計測モードによって行われたデータ収録の一覧を表-2に示す。データ回収は観測員がハードディスクの容量と天候を勘案しながら通船して、ストリーマーでカセットMTに転送する方法で行った。データ回収の頻度は平均して20日に1度ぐらいであった。

各計測項目毎の4年間にわたる収録状況を図-1-1~12に示す。ここで図中の太い実線は良好なデータが得られた期間を、点線はデータは得られたけれどもノイズを含んでいたりして良好なデータとはいえない期間を、細線は計測されなかったか全く不良なデータとなった期間などを示す。

本システムによるデータ収録は順調に行われたが、若干発生した問題点は、センサーそのものの不調以外には、無停電電源装置の不調によるトラブル、シグナルコンディショナーの暴走、荒天のため通船不可能な日が続きハードディスクがオーバーフローしてしまったことなどであったが、図に示すようにほぼ満足すべきデータ取得が行われた。

### 4. ヒストグラムレコーダ収録データ

ヒストグラムレコーダによる収録は疲労被害の推算などのために長期連続の頻度分布記録が必要な計測項目について、それぞれに適した収録プログラムで収録が行われた。本レコーダは8chで、87年11月に1台設置し、89年1月から2台に増設された。データ回収は

月に1度、原則として月末に行われた。

各項目毎の収録状況を図-2-1~9に示す。図中の太実線が収録された期間である。また実線のヒゲはそこでデータ回収が行われたことを示す。

本レコーダによるデータ収録の問題点は、不慣れによる操作ミスと頻度分布のスライズレベルの設定ミスなどであった。

### 5. 打点式記録器収録データ

打点式記録器による収録は長期連続記録が必要な計測項目について行われた。例えば気温、湿度、日射量、それによる構造歪などである。本記録器は6chで、当初1台、87年3月から2台に増設された。記録紙の回収は月に1度、原則として月末に行われた。

各計測項目毎の収録状況を図-3-1~9に示す。本記録器によるデータ収録の問題点は、インク切れ、紙切れ、紙づまりなどであった。

### 6. デジタルデータレコーダ収録データ

デジタルデータレコーダは後の解析の便を考慮し、打点式記録器収録データの一部を収録すべく89年1月から導入された。本レコーダは8chで、データ収録時間間隔は20分であった。データ回収は月に1度、原則として月末にフロッピーにデータ転送する方法で行われた。各計測項目毎の収録状況を図-4-1~2に示す。

本レコーダによるデータ収録は、センサーの不調以外には順調に行われた。

### 7. アナログデータレコーダ(14ch)収録データ

本収録は、パソコンでアナログデータレコーダを制御することにより、計測開始からデータ回収までの期間(すなわち静穏時から荒天を経た後の静穏時まで)に計測された最大の有義波高を示した1時間の記録を保持するようにしたもので、無人異常計測システムと称した。これにより、冬季荒天時の衝撃水圧、加速度などの速い現象のアナログ記録をねらったものである。本システムは88年から89年にかけての冬季と89年から90年にかけての冬季に設置された。この2期目にはデータレコーダの記録時間が5時間になった。本データ

レコーダは14chで、計測項目は表-3に示すものである。収録状況を図-5に示す。図中の矢印はアナログ収録が行われた時期を示す。

本システムによるデータ収録は、初期におけるプログラムミス、テープ不良以外は順調に行われた。

## 8. 流速計収録データ

流向・流速はプロベラ式の流速計をP号の甲板からワイヤーロープで吊り下げる方式で計測された。始めに88年5月に設置し、冬場の荒天で流速計が流失してしまうことを恐れ10月に撤去、翌89年4月に再度設置し、今度は冬場も含め翌90年4月まで計測された。データ回収は月に1度、原則として月末に行われた。収録状況を図-6に示す。

計測項目は流向、流速、水温で自記式である。計測水深は通常水面下10mの位置、計測時間間隔は2分であったが、データ回収の際に、流向・流速の深度変化を計測すべく5m毎に水深を変化させた計測を行った。図中の矢印は深度変更の計測を行ったことを示す。また、広い周波数範囲での流速のスペクトルを計測すべくサンプリング間隔を換えた計測も適宜行った。

## 9. アナログデータレコーダ(4ch)収録データ

本レコーダは風の長時間アナログ記録を得るために89年5月から設置したもので計測時間は24時間である。計測は観測員の判断で強風が予想されるときなどに、陸上基地からのテレコマンドによりスタートするようにした。計測項目は3軸風速と波高の4chである。データ回収は収録後の通船時に適宜行われた。収録は図-7に矢印で示すように合計19回行われた。

## 10. 維持管理関係のデータ

### 10.1 保守・点検関係

<検査>としては、88年夏に実施された法定検査、毎年夏に実施した自主検査、87年8月31日の台風12号通過後および87年10月18日の台風19号の通過後に実施した特別検査がある。これらの検査ではP号の内外部について腐食、損傷などの外観検査を行い結果をまとめた。

<補修>としては、標識灯の故障、塗装工事などに

ついて、その費用とともに結果をまとめた。

<計測>としては、88年、89年、90年それぞれ夏に実施したコラム、フーティング、ブレース、甲板などの板厚計測と係留鎖の各部分（スブラッシュゾーン、中間支持具付近など）の衰耗量計測がある。また、P号解体後はこれらについて切り出した試験片を用い、特に詳細な計測を実施した。また、89年6月にボックスガーダー底板に変形が発見されたので、その撓み量の計測も行った。

<非破壊検査>としては、P号解体後、コラムとブレースの継手部から切り出した2体の試験片について磁気検査と超音波検査を行った。また、同試験片から試料を切り出し、目視および顕微鏡による断面観察を行った。

## 10.2 防食関係

<生物付着>については、88年、89年、90年それぞれ夏に、コラムの一定面積部分の付着量および生物の種類を調査した。

<塗膜劣化>については、P号解体後の試験片を用い、塗膜の交流インピーダンス、付着力を計測した。一方、陸上暴露試験(船研において実施)をP号のコラムと同一塗料による試験片で実施し、暴露3年の試験片について塗膜の交流インピーダンス、付着力を計測してP号による結果と比較した。また、P号の試験片の表面に発生した腐食とその塗膜下に広がっている腐食との関係も調査した。

## 11. 曳航時のデータ

### 11.1 設置時の曳航試験

P号は徳島県鳴門市の神例造船所で建造された後、86年7月20日に曳航されて出港、29日由良沖に到着した。その際、曳航第1日目の17時から18時間の間に、友ヶ島水道を通過して大阪湾に入った地点で曳航張力の計測を実施した。張力の計測方法を図-8に示す。曳航用のフックとビームの間の曳航索にシャックル、ターンバックルなどを介して張力計を取り付け、必要な各点間の距離を計測しておき、それらの幾何学的関係より索に働いている張力を推算する方法である。また、曳航状態観察のために8mmフィルムによる撮影を行っ

た。P号の喫水は2.5mであった。

### 11.2 撤去時の曳航試験

90年7月17日、P号撤去工事後、由良海域から酒田港へ回航される際に、8:00~14:45の間、曳航試験を実施した。計測項目を表-4に示す。試験の主目的である曳航張力の計測は図-9に示す位置で、ストレンゲージを張り付けたチェーン1リンクを曳航索に取り付ける方法で行った。曳航途中に、風、波、流れとの出会角を変化させるため、五角形航走も行った。また、曳航状態観察のためにビデオ撮影を行った。P号の喫水は2.5mであった。

## 12. 傾斜試験および自由動揺試験のデータ

### 12.1 傾斜試験

P号建造後、86年7月18日、艀装岸壁で傾斜試験が実施された。試験方法は、甲板上の移動用荷重(4.78t)をクレーンで移動させ、傾斜角を vertical gyroと傾斜計で計測する方法であった。横方向傾斜試験と縦方向傾斜試験が実施された。

P号は軽荷状態(排水量430.4ton)であったので、実験時のP号の重心高さはそれ以後に搭載された重量物の重量と位置を考慮して推算された。

### 12.2 自由動揺試験

#### ①建造時の自由動揺試験

艀装岸壁で、傾斜試験に引き続き自由動揺試験が実施された。動揺モードはROLL, PITCH, HEAVEであった。試験は甲板上に4.8tの荷重を載せ、クレーンで一気引き上げる方法で行われた。傾斜は vertical gyroと傾斜計、上下変位は加速度計で計測した。

P号は上記のように軽荷状態であり、水深も浅い状態であったので、このときの結果を実験状態に直接適用することはできない。実験状態の慣動半径は以後に搭載された重量物の重量と位置を考慮して推算された。また、粘性抗力などの考察のために、このときの実験状態と相似の喫水と水深での模型による自由動揺試験を実施した。

#### ②1989年の自由動揺試験

実験海域に係留鎖で係留された実験状態での自由動

揺試験を89年9月8日に実施した。動揺モードはSURGE, SWAY, ROLL, PITCHであった。試験はクレーン付き作業台船を利用し、SURGE, SWAYは台船のウインチでP号を約3m移動させた後、ウインチを一気に緩めるという方法で、ROLL, PITCHは4.6tの荷重を甲板上に載せ、それをクレーンで一気引き上げるという方法で行った。データ収録は本実験状態と同じくパソコンによる収録システムを利用した。P号には係留鎖のほかに水中長大管、フレキシブルライザー管が付いている状態であった。

#### ③1990年の自由動揺試験

上記と同様な状態で、90年7月1日と7日に自由動揺試験を実施した。動揺モードは SURGE, SWAY, ROLL, PITCHのほかにHEAVEも実施したが、載荷がむつかしく失敗に終わった。試験方法、データ収録方法はともに前回と同様であった。付加物は7月1日のときは係留鎖とフレキシブルライザー管、7日のときは係留鎖のみであった。

## 13. おわりに

実質4年間にわたる実海域実験で、どのようなデータがどの程度取得されたのかを、各収録装置の各項目毎に示した。また、随時行われた維持管理技術に関する計測、曳航試験、自由動揺試験によるデータ取得についても述べた。

全体を通して、若干の計測器の不調やデータ収録上のトラブルはあったけれども、構造物の運動や構造強度などに関してはほぼ満足すべきデータ取得が行われたと言える。また、自然環境条件に関する長期統計や維持管理に関するデータについては、4年間という実験期間は当然のことながら十分とは言えないが、その間に取得すべきデータはほぼ取得されたと言ってよい。

今後、これらのデータを十分活用し、船研報告別冊に研究報告を発表する予定である。

風向・風速 (FC収録)

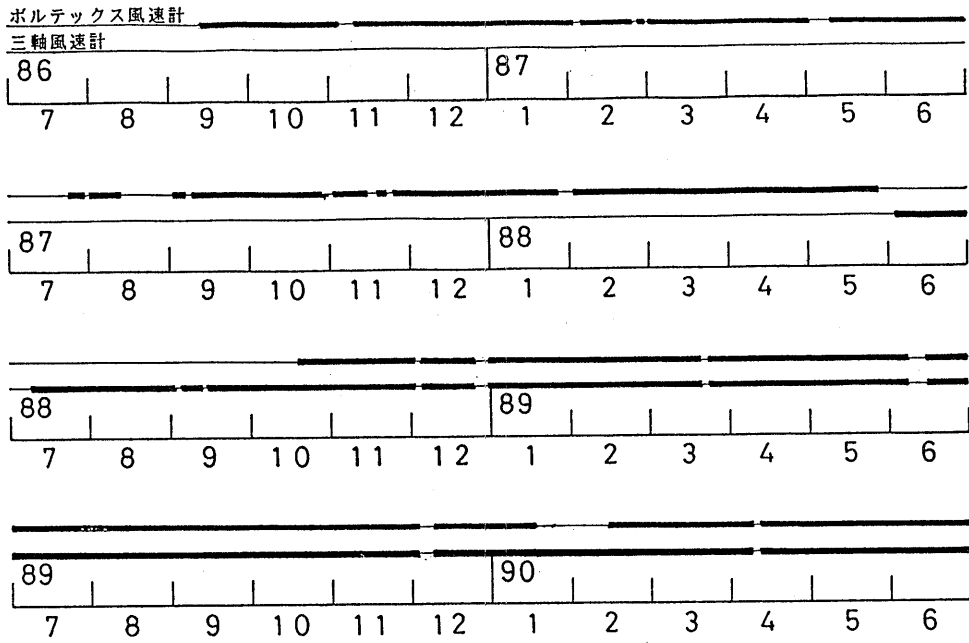


図-1-1 風向・風速の収録状況 (FC収録)

超音波式波高計・Wave Rider 波高 (FC収録)

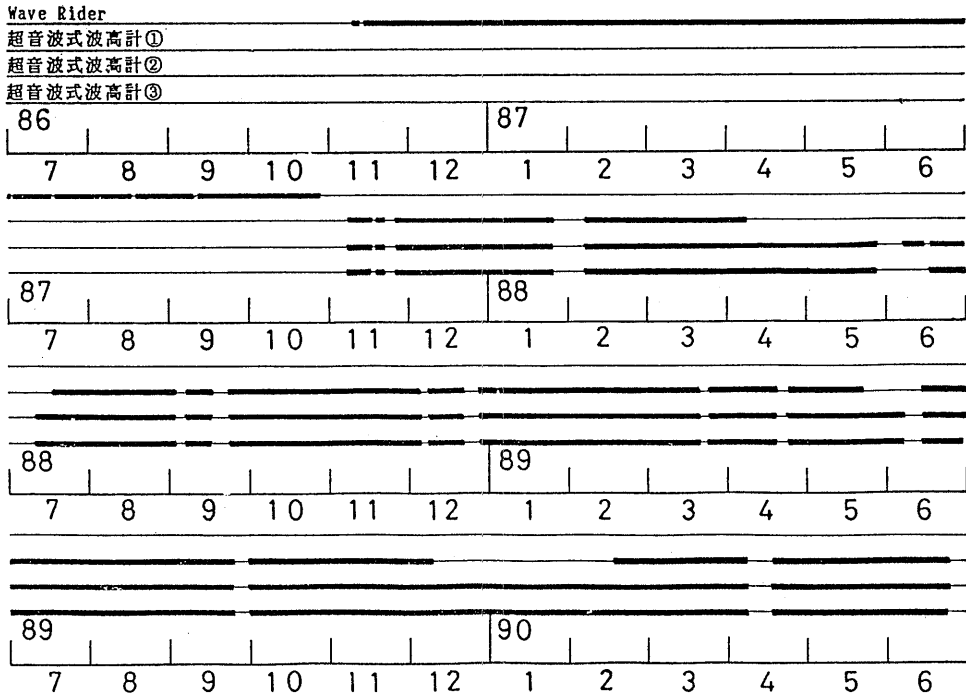


図-1-2 波向・波高の収録状況 (FC収録)

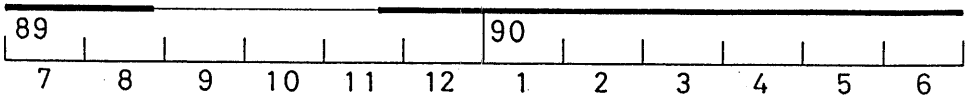
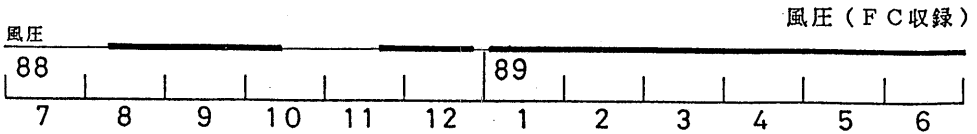
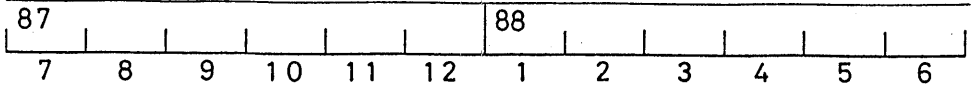
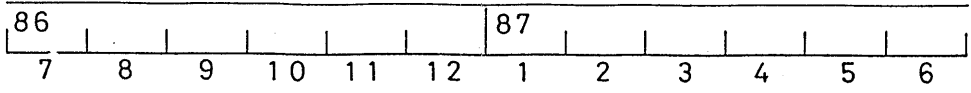


図-1-3 風圧の収録状況 (F C収録)

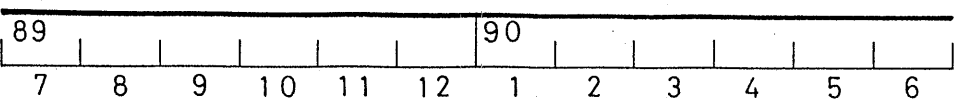
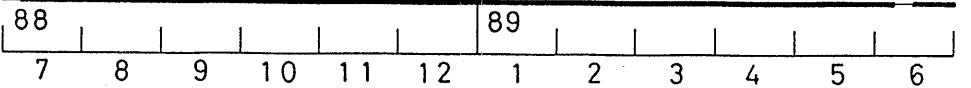
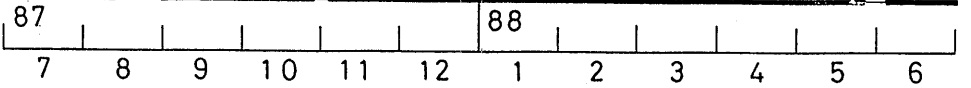
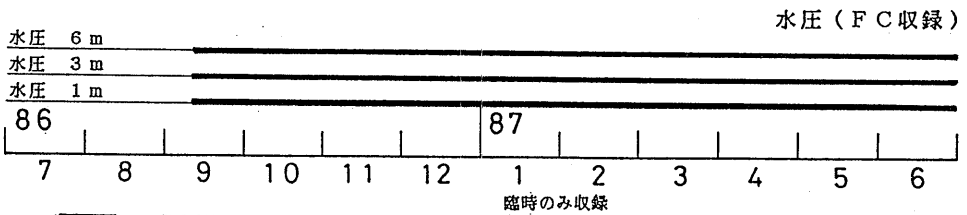


図-1-4 水圧の収録状況 (F C収録)

相对水位 (FC収録)

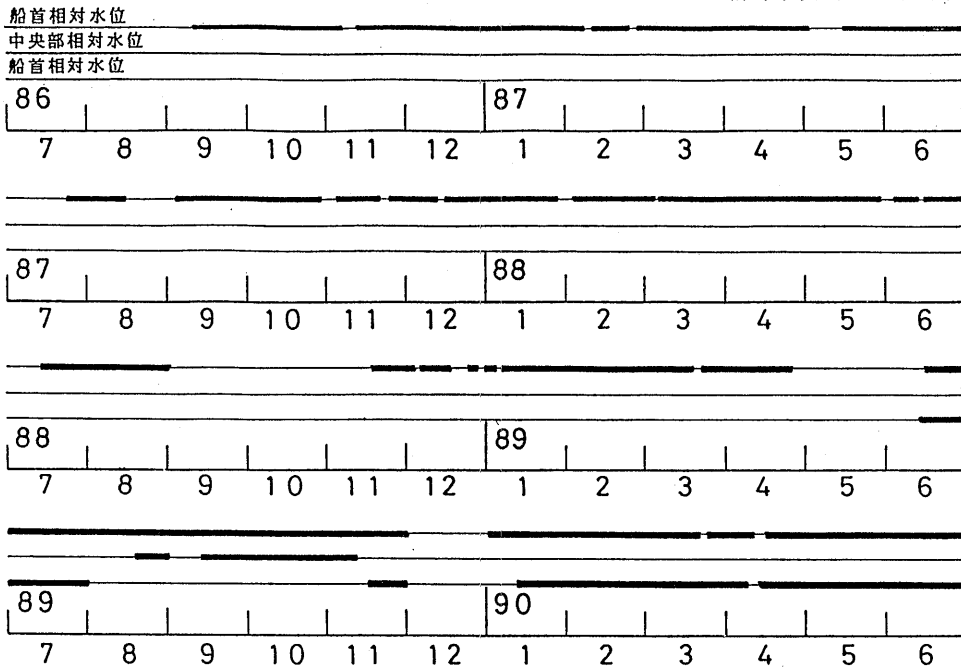


図-1-5 相对水位の収録状況 (FC収録)

前後動, 左右動, 上下動 中央部加速度 (FC収録)  
 水平台 無

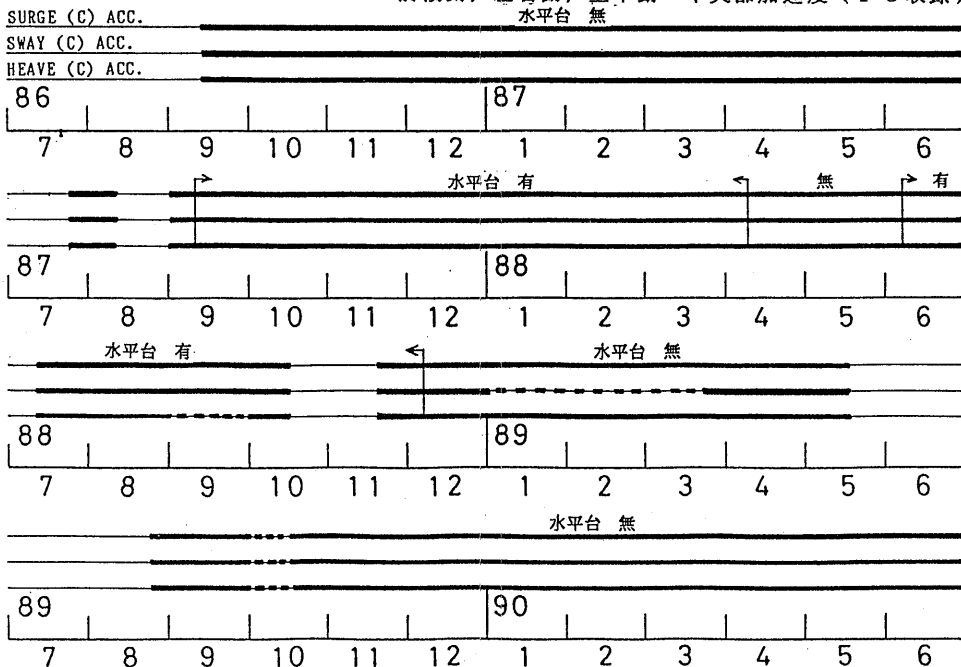


図-1-6 SURGE, SWAY, HEAVE 加速度の収録状況 (FC収録) (93)

上下動、船首・船尾加速度 (FC収録)

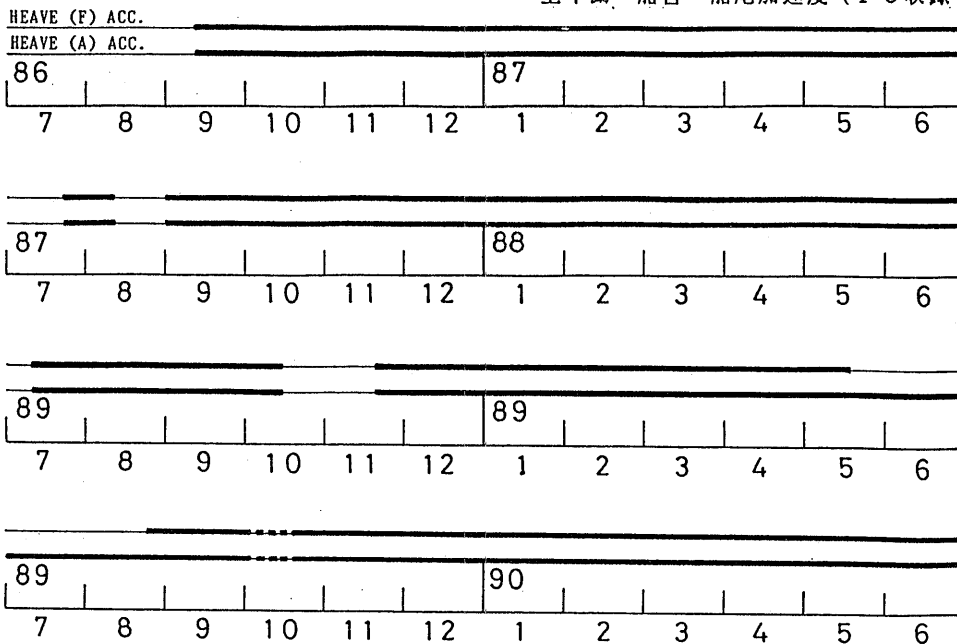


図-1-7 船首・船尾上下加速度の収録状況 (FC収録)

縦揺れ、横揺れ、船首揺れ (FC収録)

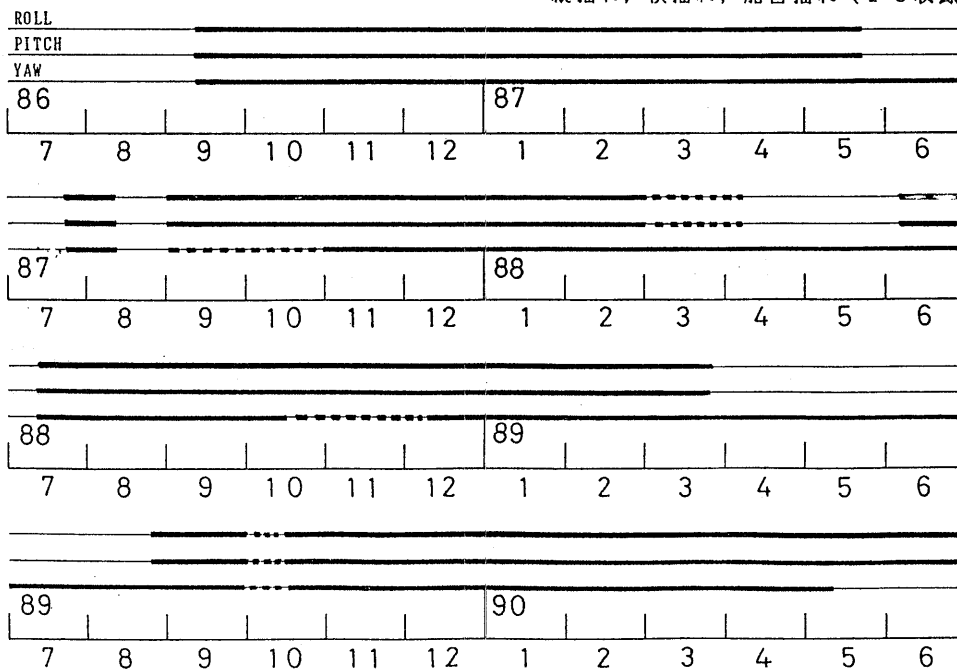


図-1-8 ROLL, PITCH, YAW の収録状況 (FC収録)





図-1-9 長周期運動(AX, AY, AZ)の収録状況 (FC収録)



図-1-10 長周期運動(BX, BY, BZ)の収録状況 (FC収録)

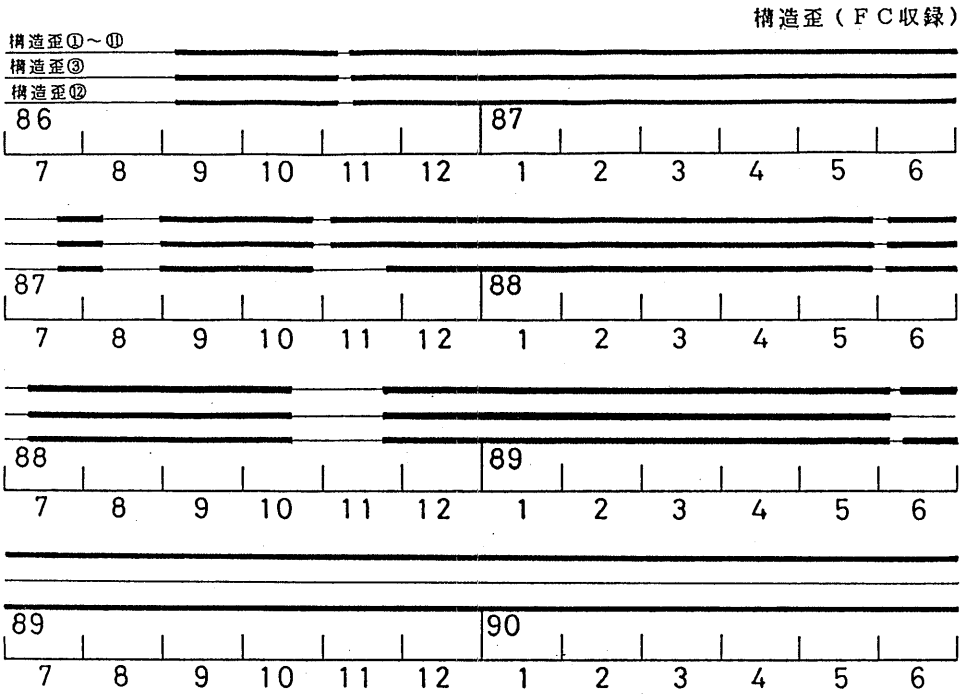


図-1-11 構造歪の収録状況 (FC収録)

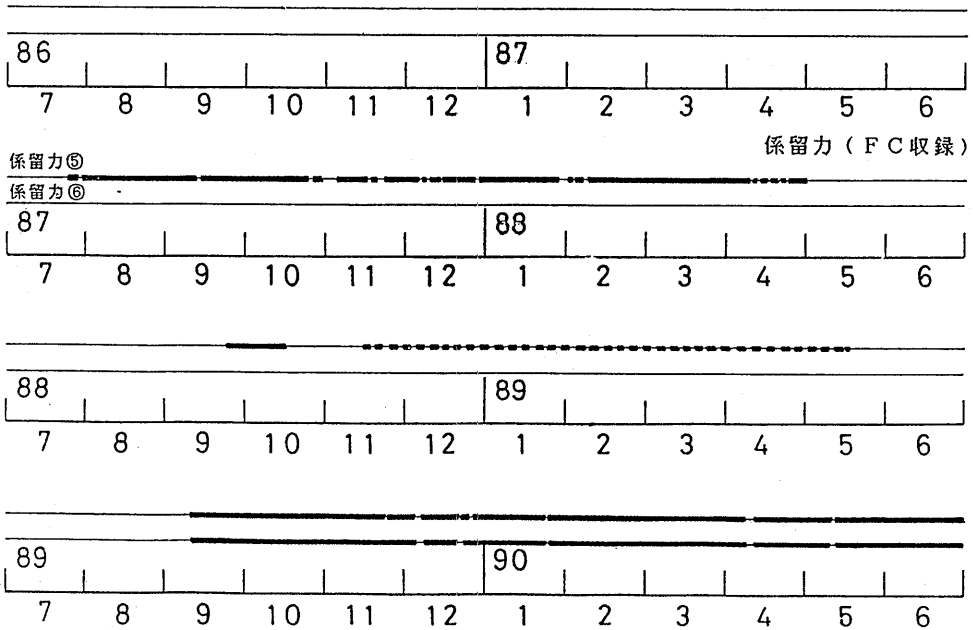


図-1-12 係留力の収録状況 (FC収録)

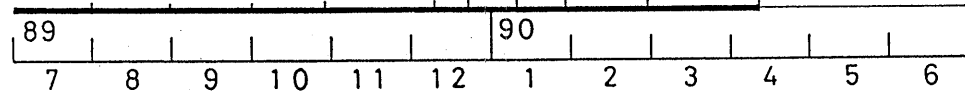
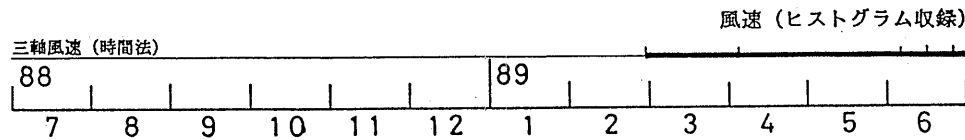
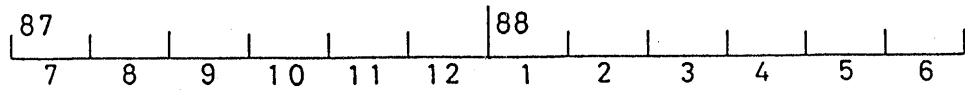
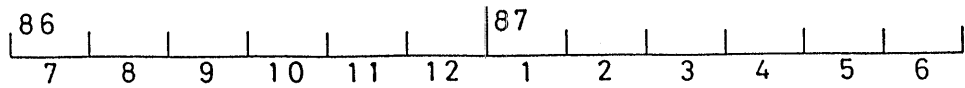
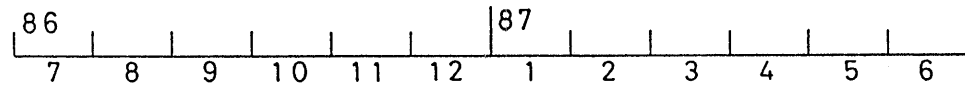


図-2-1 風速の収録状況 (ヒストグラムレコーダ収録)



二次元波 (ヒストグラム収録)

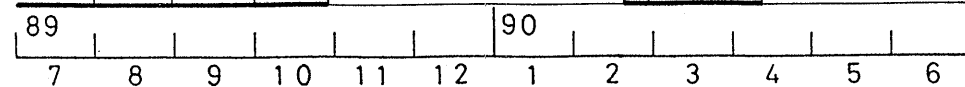
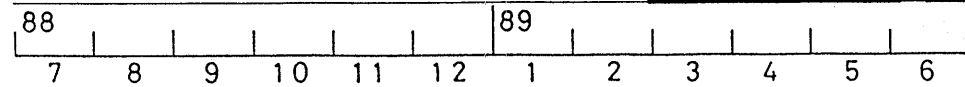
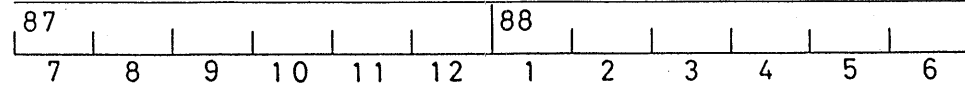


図-2-2 波高の収録状況 (ヒストグラムレコーダ収録)

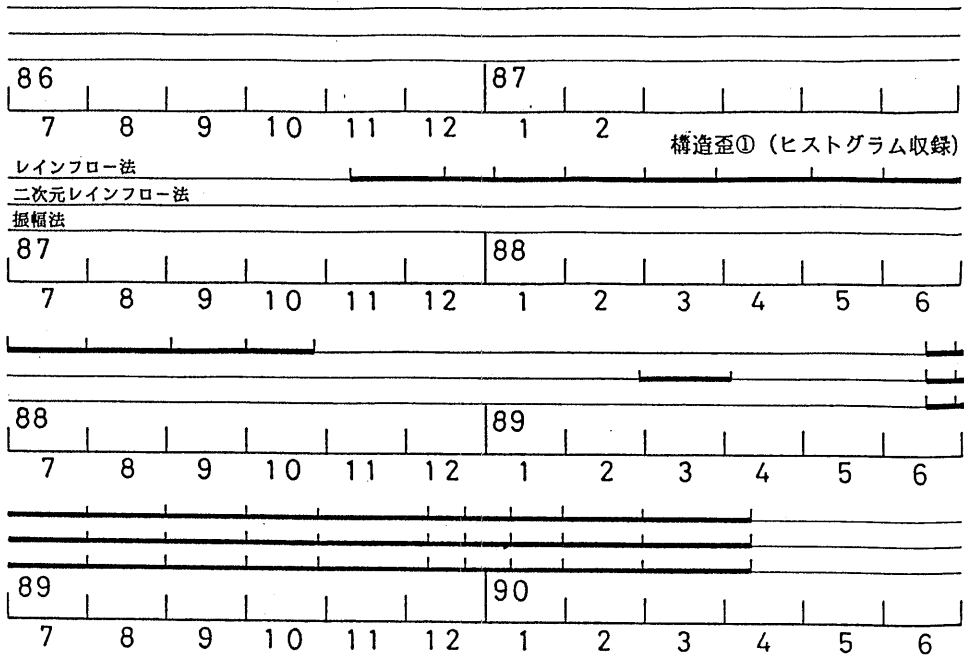


図-2-3 構造歪①の収録状況 (ヒストグラムレコーダ収録)

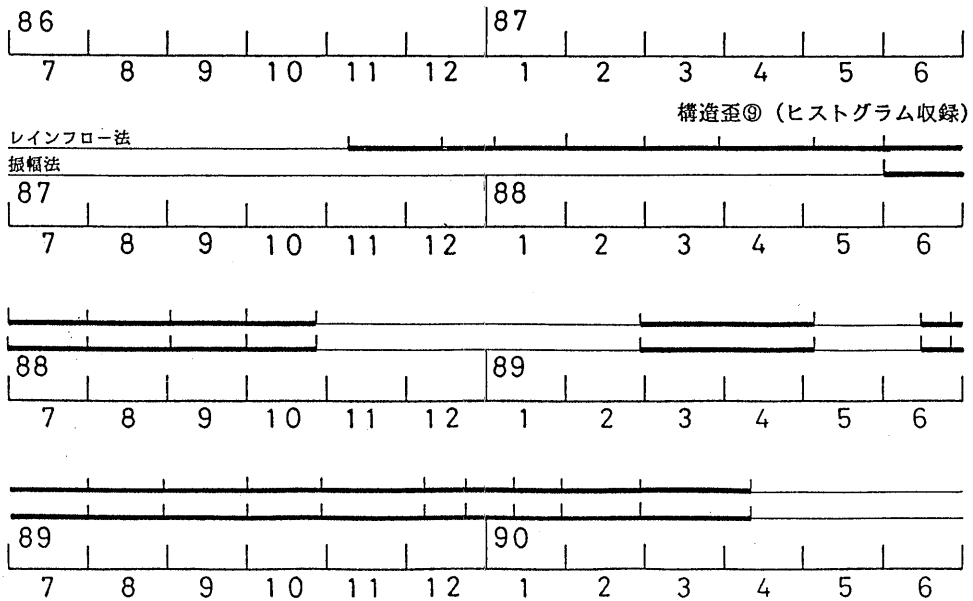


図-2-4 構造歪⑨の収録状況 (ヒストグラムレコーダ収録)

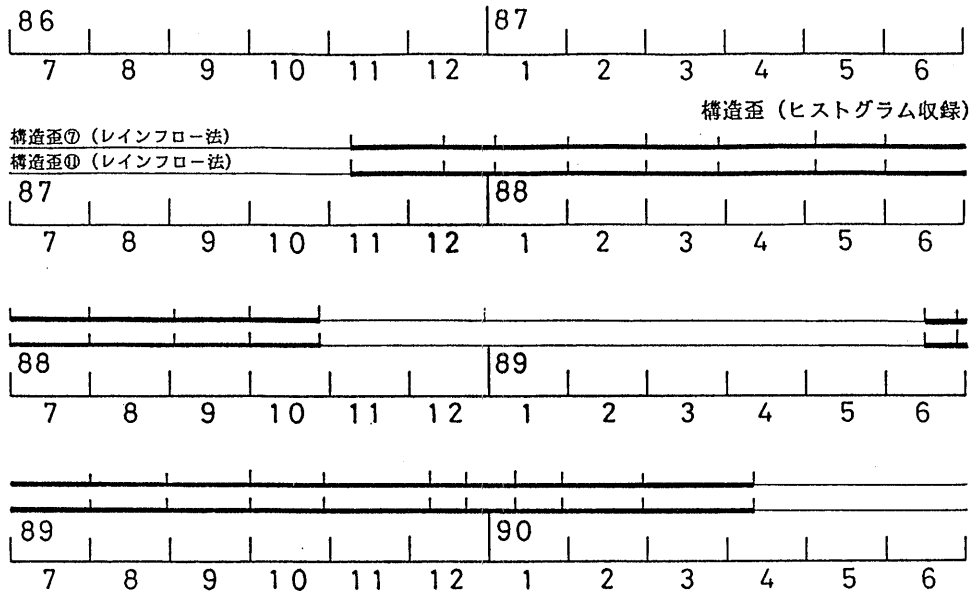


図-2-5 構造歪⑦⑪の収録状況 (ヒストグラムレコーダ収録)

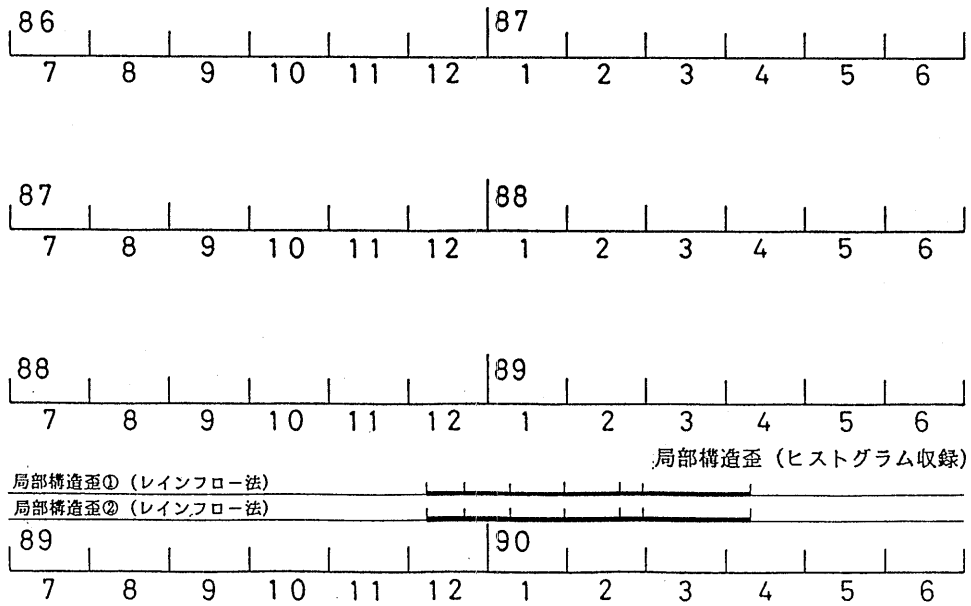


図-2-6 局部構造歪①②の収録状況 (ヒストグラムレコーダ収録)

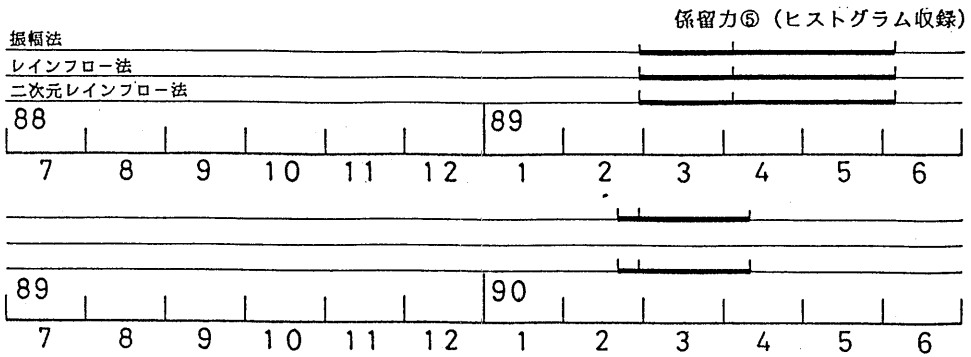


図-2-7 係留力⑤の収録状況 (ヒストグラムレコーダ収録)

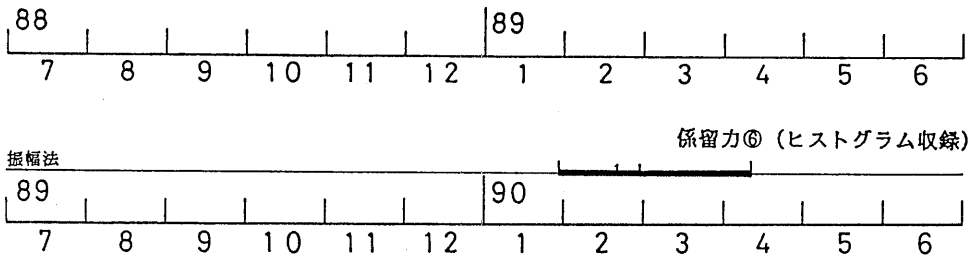


図-2-8 係留力⑥の収録状況 (ヒストグラムレコーダ収録)

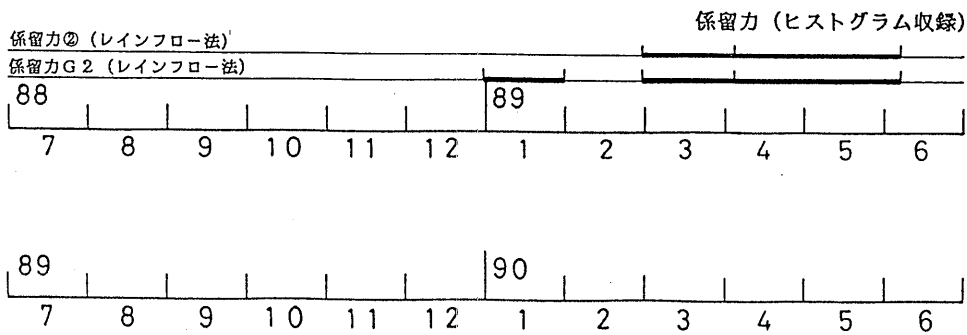


図-2-9 係留力②、G2の収録状況 (ヒストグラムレコーダ収録)

風向・風速 (打点式記録器収録)

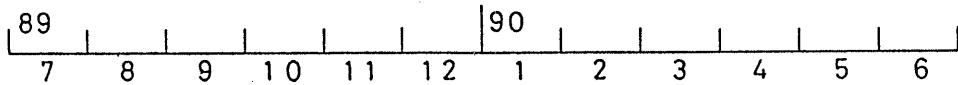
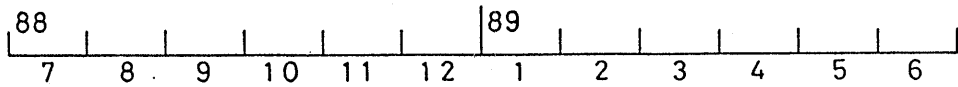
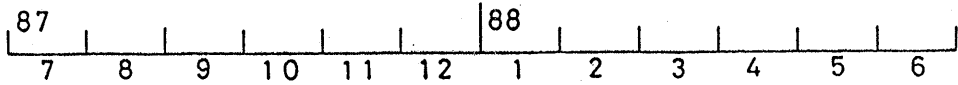
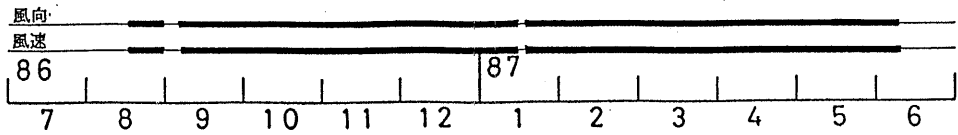
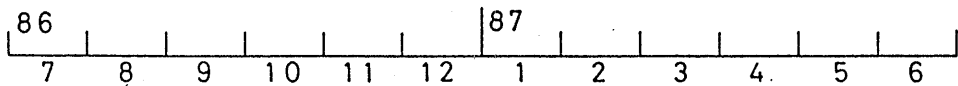


図-3-1 風向・風速の収録状況 (打点式記録器収録)



海上 気温・湿度 (打点式記録器収録)

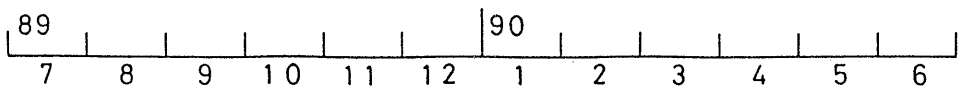
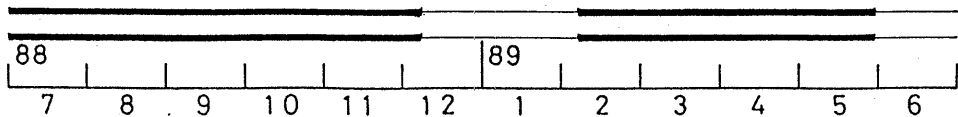
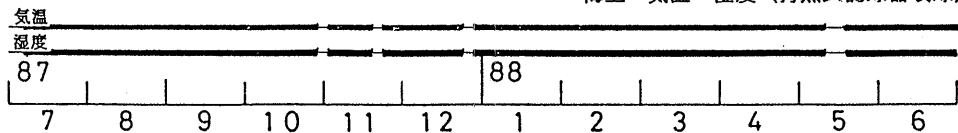


図-3-2 気温・湿度の収録状況 (打点式記録器収録)

甲板・側壁温度 (打点式記録器収録)

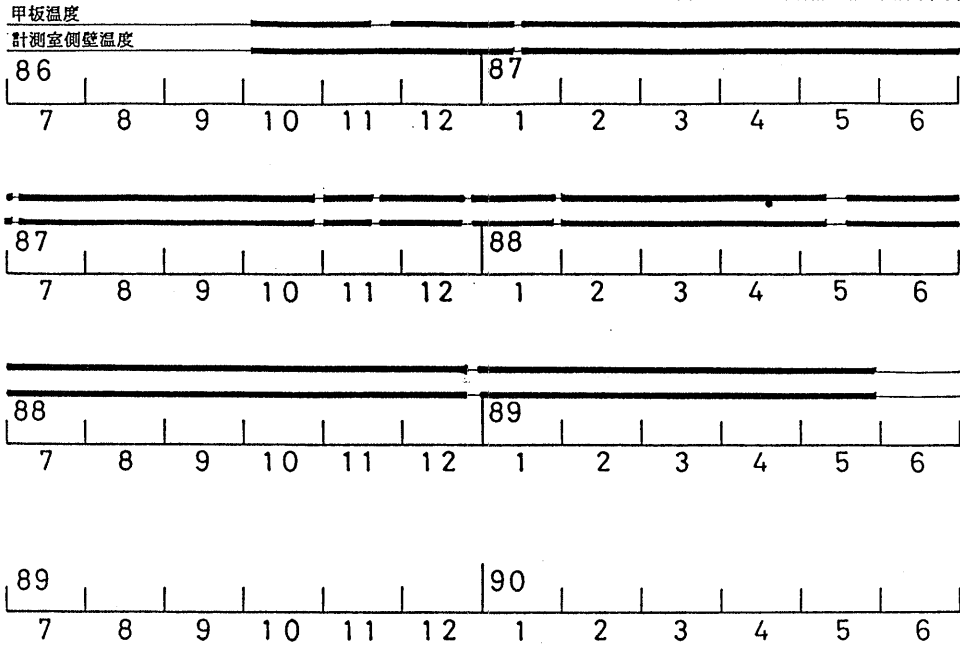


図-3-3 甲板・側壁温度の収録状況 (打点式記録器収録)

日射量 (打点式記録器収録)

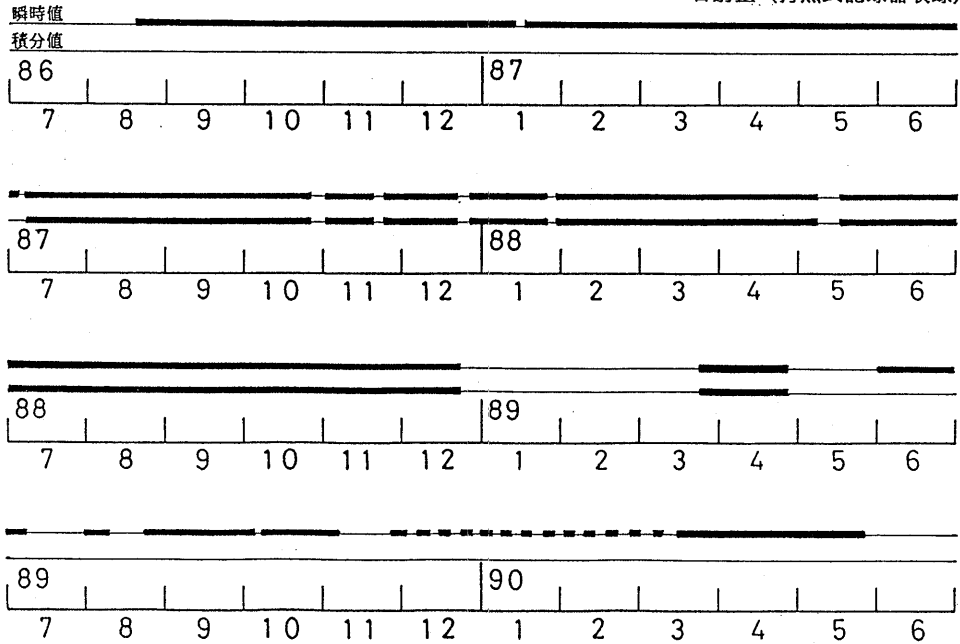


図-3-4 日射量の収録状況 (打点式記録器収録)



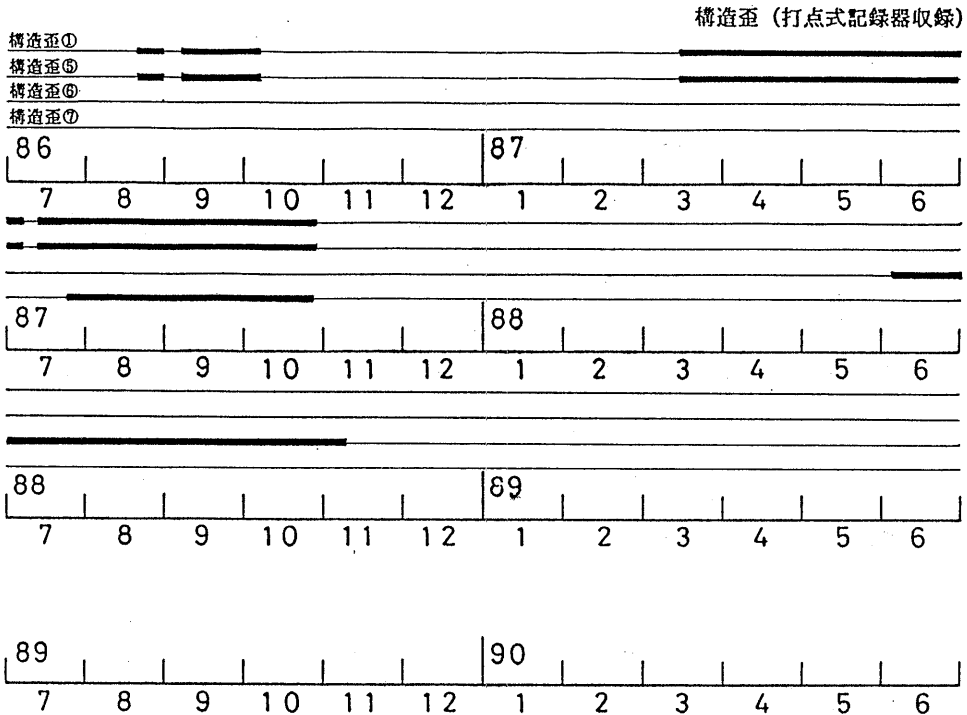


図-3-5 構造歪①⑤⑥⑦の収録状況 (打点式記録器収録)

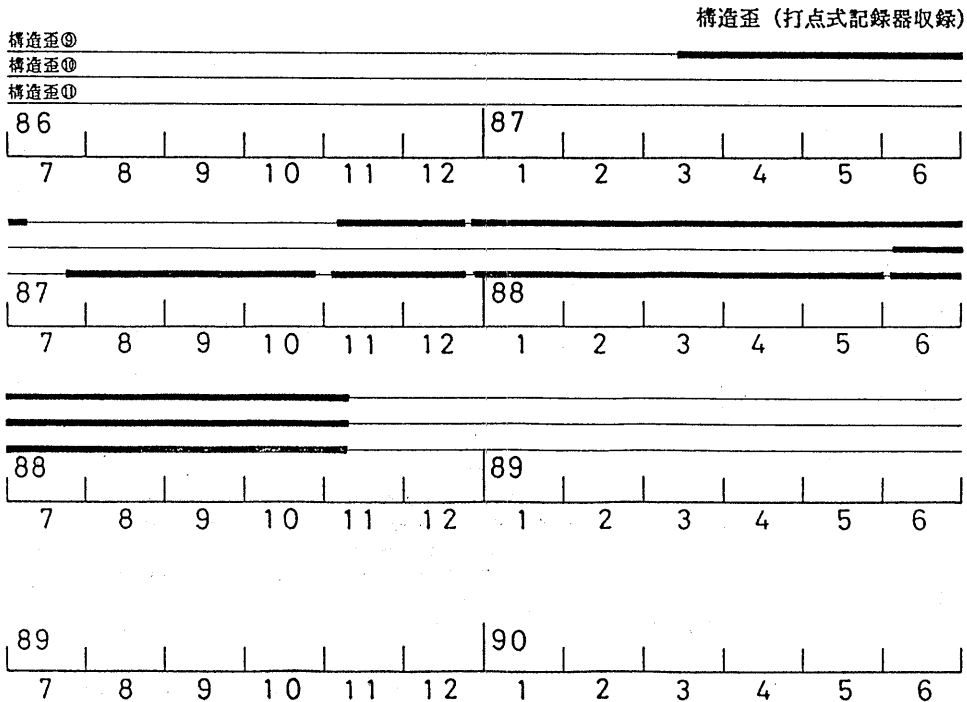


図-3-6 構造歪⑨⑩⑪の収録状況 (打点式記録器収録)

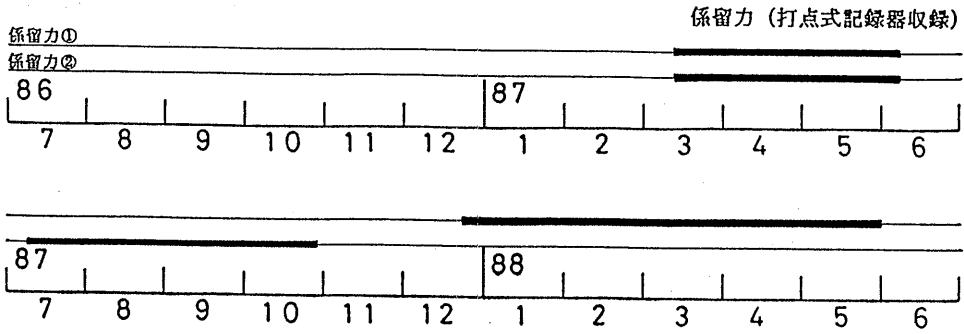


図-3-7 係留力①②の収録状況 (打点式記録器収録)

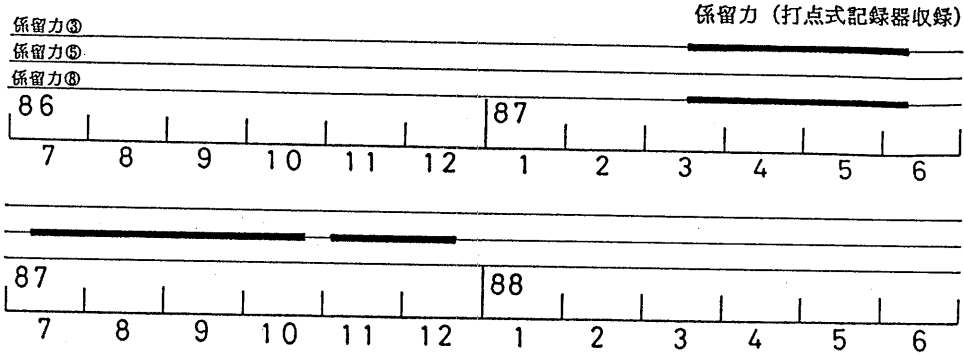


図-3-8 係留力③⑤⑧の収録状況 (打点式記録器収録)

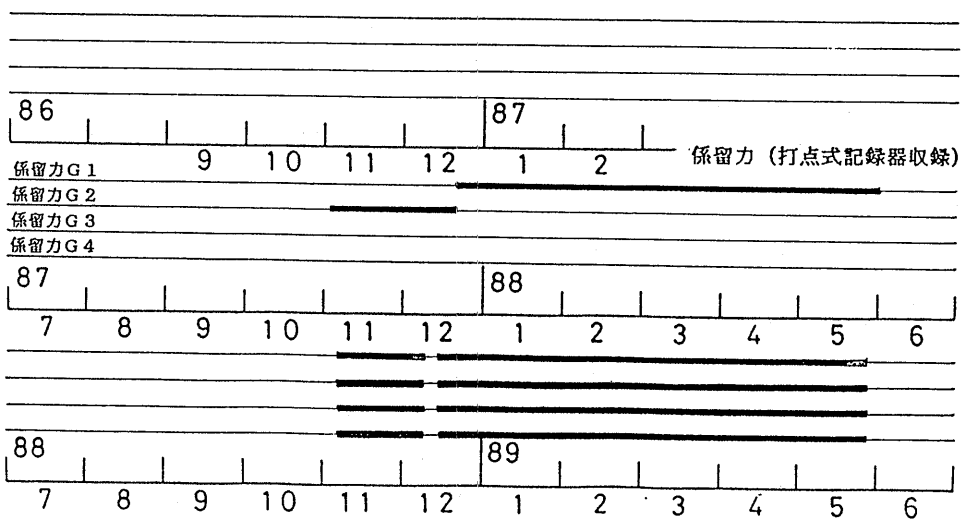
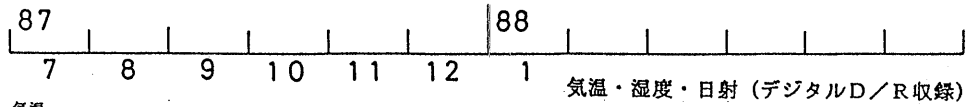
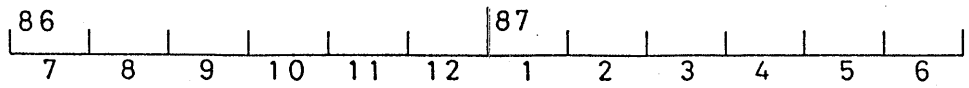


図-3-9 係留力G1, G2, G3, G4の収録状況 (打点式記録器収録)



気温・湿度・日射 (デジタルD/R収録)

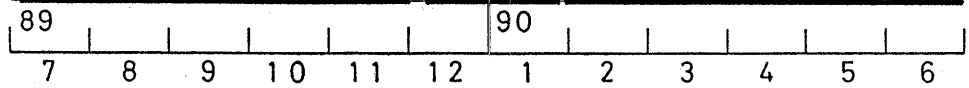
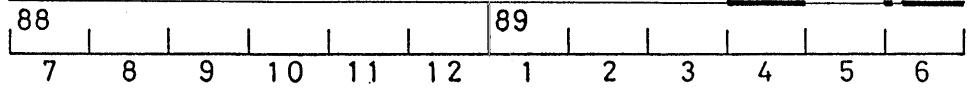
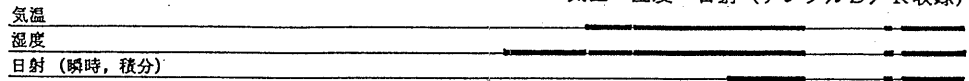
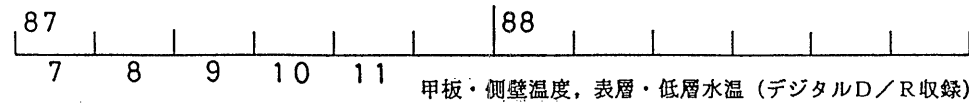
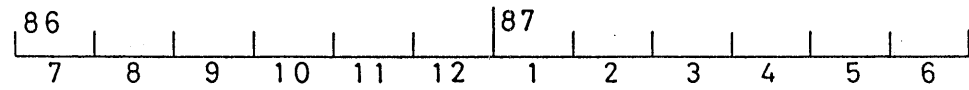


図-4-1 気温・湿度・日射量の収録状況 (デジタルD/R収録)



甲板・側壁温度, 表層・低層水温 (デジタルD/R収録)

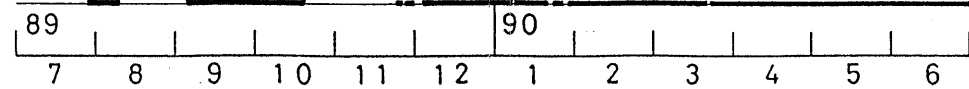
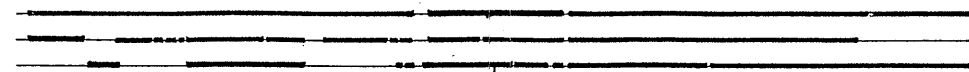
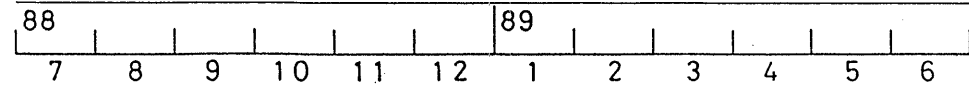
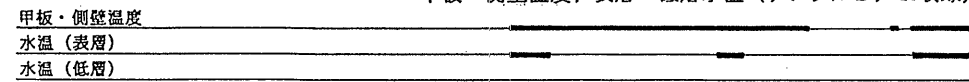


図-4-2 甲板・側壁温度、表層・低層水温の収録状況 (デジタルD/R収録)

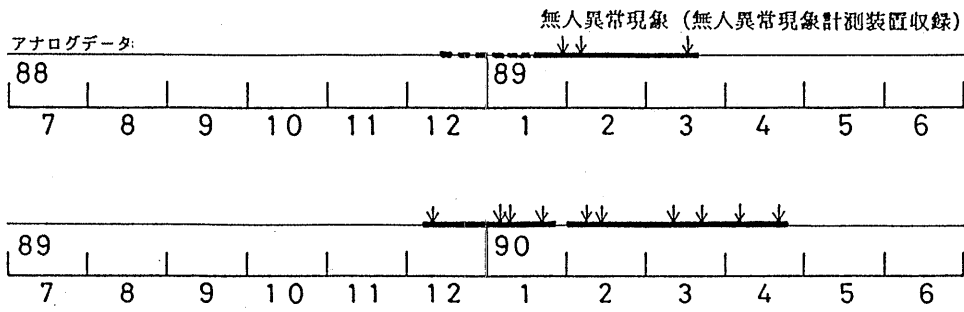


図-5 無人異常現象計測システムによるアナログデータの収録状況

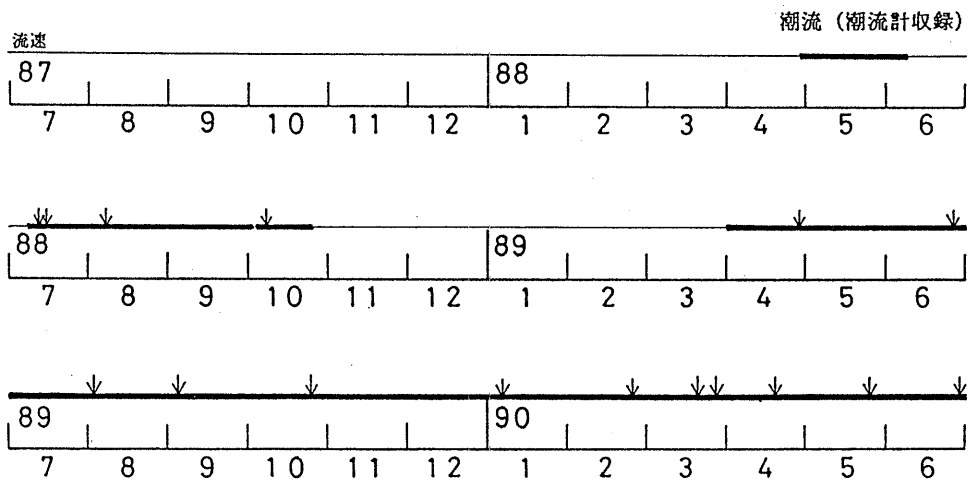


図-6 流向・流速の収録状況

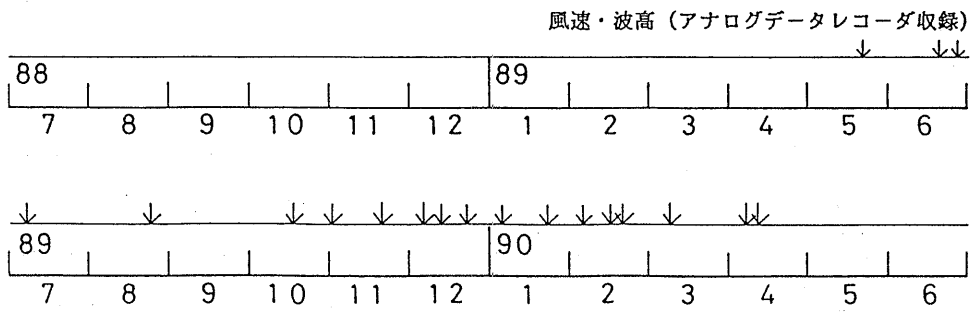


図-7 アナログD/R (4CH) の収録状況

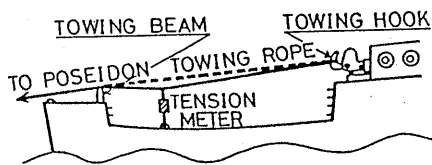


図-8 設置時の曳航張力の計測法

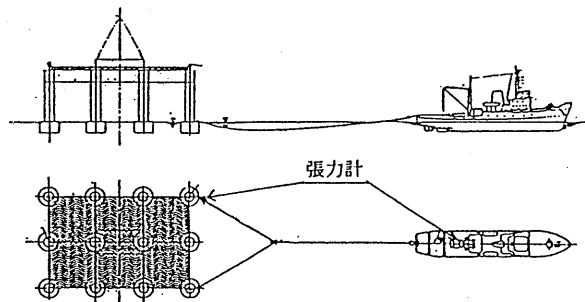


図-9 撤去時の曳航配置と張力計配置

表-1 定時計測と臨時計測

	計測時間	$\Delta t$	データ数
定時計測	5:35:00~ 6:09:08	0.5sec	各channel 4096個
	11:35:00~12:09:08		
	17:35:00~18:09:08		
	23:35:00~ 0:09:08		
臨時計測	任意	1.0sec	任意

表-3 アナログデータレコーダ収録項目

CH	1988/12/13~ 1989/ 3/22	1989/12/ 7~ 1990/ 4/26
1	風向	波高1
2	風速	ROLL
3	波高1	PITCH
4	波高2	SURGE ACC
5	水圧1m	SWAY ACC
6	水圧3m	HEAVE ACC
7	水圧6m	船首上下ACC
8	傾斜PITCH	船尾上下ACC
9	船首上下ACC	船首水位
10	船首水位	船尾水位
11	係留力⑤	水圧1m
12	係留力G3	水圧3m
13	構造歪①	構造歪①
14	風圧②	係留力⑥

表-4 撤去時曳航試験の計測項目

CH	P号側	曳船側
1	風向	方位
2	風速	PITCH
3	船尾水位	ROLL
4	船首水位	SURGE ACC
5	上下ACC船首	HEAVE ACC
6	上下ACC船尾	SWAY ACC
7	SURGE ACC	曳航張力
8	SWAY ACC	
9	HEAVE ACC	
10	張力(左舷)	
11	方位	
12	相対流速	