

3. 2) データ伝送・処理装置液晶モニター

表示サイズ	: 15 型以上
解像度	: 1024ドット×768ライン (水平×垂直) 以上
入力信号	: アナログ RGB
電 源	: AC100V±10V 50/60Hz

3. 3) データ伝送・処理装置バックアップ電源

瞬停防止のためのものであり、常時商用給電方式とし、データ伝送・処理装置の消費電力に応じた容量のものとする。

4) 電源設備

4. 1) 無停電電源装置

商用同期常時インバータ給電とし、バックアップ時間は 24 時間とするが、容量は R T K - G P S 関連機器を含めた陸上局に設置される全機器の消費電力に応じたものとする。

4. 2) 電源保安装置

容量については、上記に準じる。

5) 機器格納ラック

5. 1) R T K - G P S 関連機器格納ラック

R T K - G P S 関連機器が安全。安定的に収納できるものとする。

5. 2) データ伝送・処理装置格納ラック

データ伝送・処理装置及び液晶モニター等が安全。安定的に収納できるものとする。

6) 機器設置

- (1) 機器の設置に当たっては、陸上局機器設置要領図にしたがい、十分な経験を持った専門技術により設置・配線し、総合的な機能を安定して発揮できるよう施工するものとする。
- (2) 機器の設置に当たっては、確実な工程計画を作成すると共に、実施方法等について監督職員の承諾を得るものとする。
- (3) 機器の設置に当たっては、RTK-GPS関連機器はRTK-GPS関連機器格納ラックに、データ伝送・処理装置はデータ伝送・処理装置格納ラックに格納し、電源を含め地震時においても機能を損なわないよう耐震固定金具等により、十分強固に固定するものとする。
- (4) GPSアンテナ及び送受信アンテナの取付については、電波の送・受信に支障のないような位置及び方法によるとともに、強風時、地震時においても機能を損なわないよう十分強固に固定するものとする。
- (5) 具体的な、GPSアンテナ及び送受信アンテナの設置方法については、3月末を目途に、図面及び要領を作成する。
- (6) 機器の設置にともなう配線は所用の電源容量に十分耐え、ノイズが入らないように十分考慮し、各機器間を整然と配線するものとする。また、電線は金具等を用いて強固に取付けるとともに、各機器からのアース線も配線するものとする。

3. 観測局の仕様

1) 概要

本製作及び設置は、沖合波浪観測システムの運用に必要な観測局のため、陸上局に設置されたデータ伝送・処理装置より伝送されたGPS波浪計より取得された観測データ及び管理情報を、24時間連続のリアルタイムで観測センターに伝送するとともに、観測局において、津波波形の検出、波浪諸元の算出等、必要な演算・処理を行うデータ伝送・処理装置等の製作及び設置を行うものである。なお、観測局と観測局間の通信は、当局指定の広域ネットワークとする（本件の施工範囲外）。

内 容

内 容	規格・形状寸法	単位	数量	摘 要
機器製作		式	1	
機器設置		式	1	

機 器 構 成 表

分 類	装 置 名	構成機器	数量	備考
データ伝送・ 処理	データ伝送・処理装置（観測局設置）		1台	
	データ伝送・処理装置（同上）液晶モニター		1台	
	データ伝送・処理装置（同上）バックアップ電源		1台	
電源	無停電電源装置		1台	
	電源保安装置		1台	
機器格納ラック	データ伝送・処理装置格納ラック		1台	

機器の製作、特に、データ伝送プロトコル及び演算・処理アルゴリズムについては、観測センターのシステム及び既存ナウファスとの整合をはかる。

2) データ伝送・処理

2. 1) データ伝送・処理装置（観測局設置）

(1)概要

陸上局に設置されたデータ伝送・処理装置より、デジタル専用線を利用して伝送されたGPS波浪計よりのX、Y、h座標データ等の観測データ及び管理情報は、本装置を經由してTCP/IPソケット接続による24時間連続のリアルタイムで、当局指定の広域ネットワークを經由して観測センターに転・伝送される。あわせて、GPS波浪計よりの観測データを演算・処理し、津波波形の検出、波浪諸元の算出を行なうとともに、管理情報のモニタリングを行う。

なお、全ての観測データ及び演算・処理結果については、1分単位でファイル化したうえで保存するものとする。

本装置は、GPS波浪計同様、10年程度24時間連続稼動するものことから、製作に当たっては、その安定性・信頼性に十分配慮するものとする。

(2)入力データ及びインターフェース

陸上局に設置されたデータ伝送・処理装置より、デジタル専用線を利用し、TCP/IPソケット接続によるリアルタイムで伝送された以下のデータをRS-232Cインターフェース経由で取得する。

- ①ブイのX、Y、h座標
- ②ブイの2軸傾斜
- ③ブイの方位
- ④風向・風速
- ⑤気温
- ⑥気圧
- ⑦水温
- ⑧管理情報

(3)データの演算・処理

以下にしたがって、GPS波浪計よりの観測データを演算・処理し、津波波形の検出、波浪諸元の算出等を行う

- ①デジタルフィルターにより、津波波形を風波及び天文潮より分離する。
- ②波浪について、波浪諸元を算出する。

なお、観測センターにおける上記演算・処理との整合をはかるため、当局より別途構築される観測センター（本件施工範囲外）における演算アルゴリズムについての情報等を提供する。

(4)データの伝送

上記(2)に示したGPS波浪計よりの全ての観測データ及び管理情報については、本装置及び拡張港湾WANのインターフェースであるL3スイッチを経由してTCP/IPソケット接続による24時間連続のリアルタイムで、観測センターに転・伝送される。

(5)データの保存及び収録

全ての観測データ及び演算・処理結果については、1分単位でファイル化したうえで、本体内部ハードディスクに保存するものとする。保存容量は、30日分以上とする。

この本体内部ハードディスクに収録されたファイルについては、マニュアル作業にてCD-Rへ収録し、取り出すことができるようにするとともに、観測センターとの通信に支障が生じた場合等に備えて、観測センターからも回収可能なようにする。

(6)出力データ及びインターフェース ((4)を除く)

- | | |
|------------------------|--------------------|
| ①観測局に設置されたシステムへ出力するデータ | : RS-232C 準拠 |
| ②液晶モニターへの出力 | : アナログ RGB |
| ③所内における利用のためのインターフェース | : LAN (1000BASE-T) |

2. 2) データ伝送・処理装置液晶モニター

- | | |
|-------|---------------------------|
| 表示サイズ | : 15型以上 |
| 解像度 | : 1024ドット×768ライン(水平×垂直)以上 |
| 入力信号 | : アナログ RGB |
| 電 源 | : AC100V±10V 50/60Hz |

2. 3) データ伝送・処理装置バックアップ電源

瞬停防止のためのものであり、常時商用給電方式とし、データ伝送・処理装置の消費電力に応じた容量のものとする。

3) 電源

3. 1) 無停電電源装置

商用同期常時インバータ給電とし、バックアップ時間は24時間とするが、容量は観測局に設置される全機器及びの運用に必要な消費電力に応じたものとする。

3. 2) 電源保安装置

容量については、上記に準じる。

4) データ伝送・処理装置格納ラック

データ伝送・処理装置及び液晶モニター等が安全。安定的に収納できるものとする。

5) 機器設置

(1) 機器の設置に当たっては、観測局機器設置要領図にしたがい、十分な経験を持った専門技術者により設置・配線し、総合的な機能を安定して発揮できるよう施工するものとする。

(2) 機器の設置に当たっては、確実な工程計画を作成すると共に、実施方法等について監督職員の承諾を得るものとする。

(3) 機器の設置に当たっては、データ伝送・処理装置はデータ伝送・処理装置格納ラックに格納し、電源を含め地震時においても機能を損なわないよう耐震固定金具等により、十分強固に固定するものとする。

(4) 機器の設置にともなう配線は所用の電源容量に十分耐え、ノイズが入らないように十分考慮し、各機器間を整然と配線するものとする。また、電線は金具等を用いて強固に取付けるとともに、各機器からのアース線も配線するものとする。

4 . 資料 GPS 波浪計の施工方法

4. 1. 設置方法の検討条件

4.1.1 GPS波浪計の緒元

(1) 概要

GPS波浪計は、設置海域の条件により、ブイおよび係留設備の設計が行われる。設置水深が深くなると係留索の重量が大きくなるため、ブイの寸法を大きくして浮力を確保する必要がある。そこでブイは、外形寸法別に、A型(φ2.8m)、B型(φ3.4m) C型(φ7.0m)の3タイプに区分している。

係留索は水深が100m以下の場合、チェーンを用いるが、水深が100mを超える場合は、係留索に重量を軽減するためにチェーンとスパイラルロープ(PWS)を併用する。

また、アンカーは設置海域の海底質により砂質の場合、ダンフォースアンカーを用いるが、岩盤の場合は鋼製またはコンクリート製のアンカーブロックを用いる。

今回のGPS波浪計の設置予定位置は

① 釜石港沖	N 39° 15' 10"
	E 142° 5' 47"
② 牡鹿半島沖	N 38° 10'
	E 141° 42' 付近

で計画されている。

①の水深は約200m、②の水深は約150m であり、海底質は、砂質である。設置計画位置の海図、および海底地質構造図を示す(添付資料-1)。

水深、海底質より、本GPS波浪計の係留アンカーはダンフォースアンカーとなり、その設置工法を検討する。

(2) 設計条件

係留シミュレーションの設計条件を以下に示す。この設計条件をもとにブイと係留装置の緒元を求める。

風速	60.0m/s	(10分間平均)
潮流速	1.54knot	(水深700mまで一様逓減、水深700m以降は零)
吹送流速	1.54knot	(水深50mまで一様逓減、水深50m以降は零)
波浪	平均波周期	25(s)
	有義波高	16.2(m)
	最大波高	30(m)
海生付着物	8kg/m ²	
耐用年数	10年	

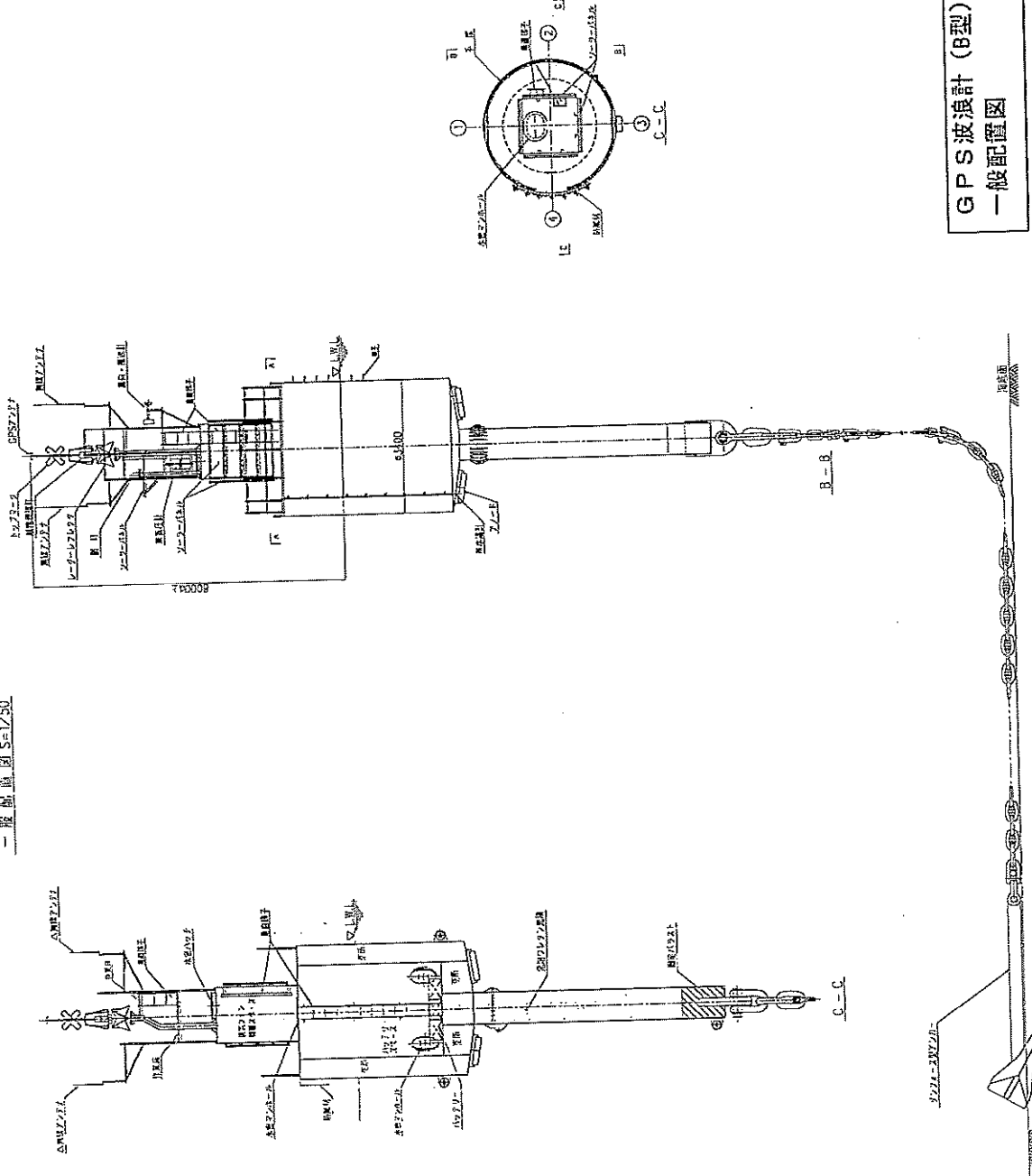
(3) ブイの緒元

係留シミュレーションにより求めたブイの緒元を以下に示す。

B型の一般図を図 〇に示す。

全高：	18.2m	
直径：	3.4m	
深さ：	4.5m	
喫水：	4.0m	
重量：	20.2t	(バラスト重量含む)

一般配置図 S=1/50



GPS波浪計 (B型)
一般配置図

図 GPS波浪計B型の一般図

4.1.2 係留装置の緒元

係留シミュレーションにより求められた各ケースの係留緒元を表、
PWSおよび巻取りドラム諸元を表 に示す。また、係留装置の一般図を
図 に示す。

表 係留装置の緒元

項目/部位	検討ケース	単位	ケース1	ケース2
	ブイ型式		B型	B型
係留環接続部	設置水深	m	200m	150m
	ブイ喫水	m	3.0m	3.0m
	種別		G3チェーン	G3チェーン
	長さ	m	約2	約2
懸垂部1	種別		G3チェーン	G3チェーン
	仕様(呼び径)	mm	64	64
	単位長重量	kg/m	95.2	95.2
	長さ	m	16	16
	重量	t	1.5	1.5
懸垂部2	種別		PWS	PWS
	仕様		7x37	7x37
	単位長重量	kg/m	17.1	17.1
	長さ	m	138	88
	重量	t	2.4	1.5
海底立上り部	種別		G3チェーン	G3チェーン
	仕様(呼び径)	mm	84	84
	単位長重量	kg/m	164.0	164.0
	長さ	m	70	70
	重量	t	11.5	11.5
海底接触部	種別		G3チェーン	G3チェーン
	仕様(呼び径)	mm	81	81
	単位長重量	kg/m	152.5	152.5
	長さ	m	178	178
	重量	t	27.1	27.1
係留アンカー	種別		錨型	錨型
	仕様		ダンフォース	ダンフォース
	重量(空中)	t	19	19
	把駐力係数		2.5	2.5
係留索全長		m	404	404
係留設備図			図	---

(注) (1) アンカー設置場所の海底傾斜は1:40と想定

(2) アンカー型式はダンフォース型(砂質、泥質対応)、鋼製ブロック型(岩質対応)としている。

表 PWS及び巻取りドラム諸元

	PWS							ソケット	巻取りドラム				PWSリール 重量 (ton/丸)	ソケット込み の単位長重量 (kg/m)
	タイプ	長さ(m)		本数 (本)	被覆径 (mm)	重量		概算重量 (kg/組)	寸法(m)			重量 (ton)		
		入用	製作			(kg/m)	(ton)		鏑径	胴径	全幅			
ケース1	7×37	138	138	1	70	13.6	1.9	460	2.5	2.0	1.7	0.8	3.16	17.101
ケース2	7×37	88	88	1	70	13.6	1.2	460	2.5	2.0	1.7	0.8	2.46	18.864

※現地には、製作長毎に巻取りドラムで搬入する。

B型:水深200m

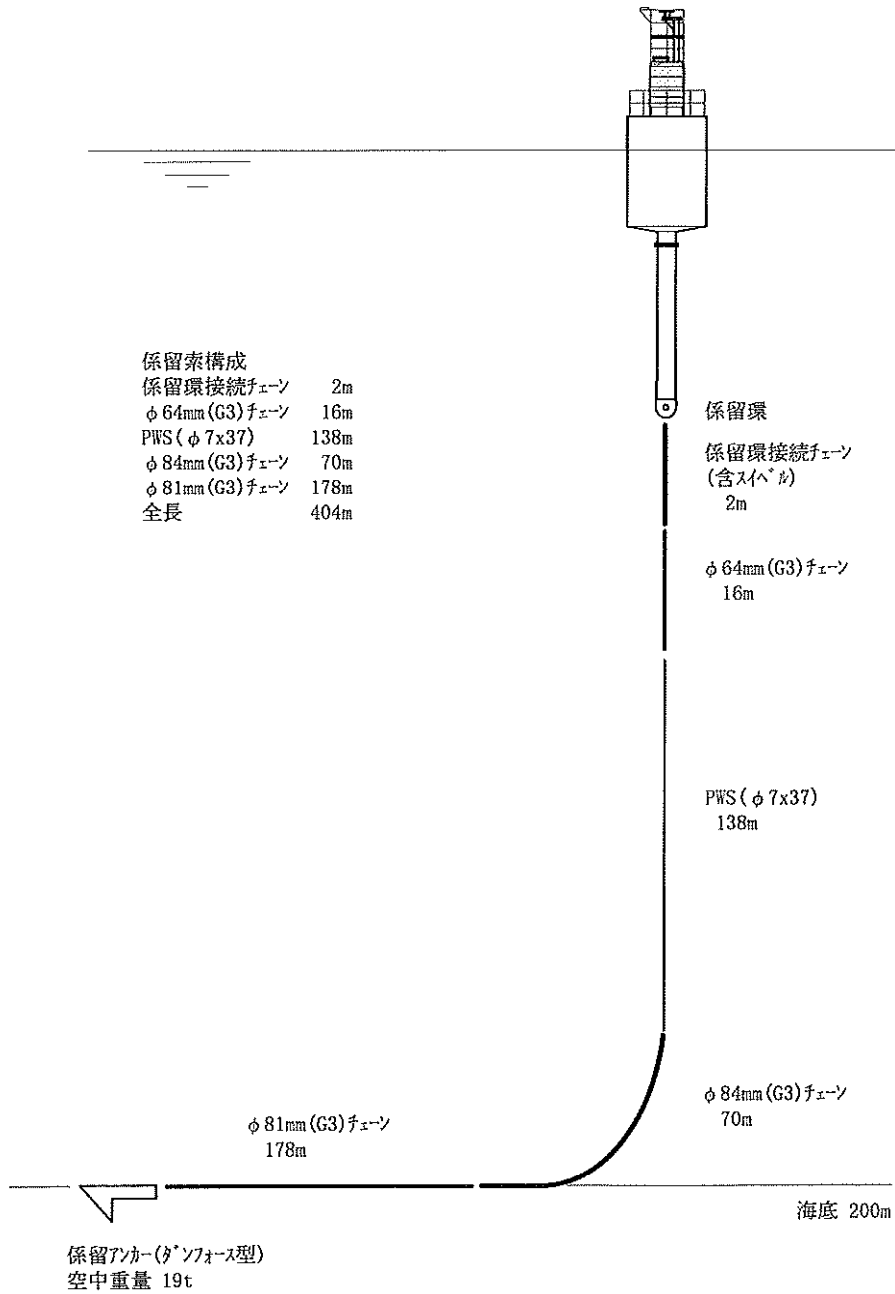


図 係留装置一般図(ケース1)

4. 2. 施工方法の検討； ダンフォースアンカー係留による方法

4.2.1 施工工法、施工ステップ

ダンフォースアンカー係留方式の施工工法として、送り出し工法、クレーン船による工法、および 自由落下工法の3工法が考えられる。

その各工法の比較検討を次頁に行い、比較表に示す。

送り出し工法に関しては、

1. 実績が無い。
2. 送り出し装置（ウインドラス）をチェーン径φ81mm、84mmにあわせた装置とする必要がある、能力も19 t（アンカー重量） + 27 t（チェーン重量） = 46 t 以上が必要となる。この装置に付随して、発電装置も必要となる。また、本装置は転用できるものではなく、本工事のみの使用となる可能性がある。準備、製作期間が必要となる。また、1基の制作費は 3-4千万となる。
径φ84mmのウインドラスの参考図を添付資料として示す。
3. チェーンの格納、繰出しのために台船にチェーン格納スペースが必要となり台船の改造が必要である。

クレーン船工法については

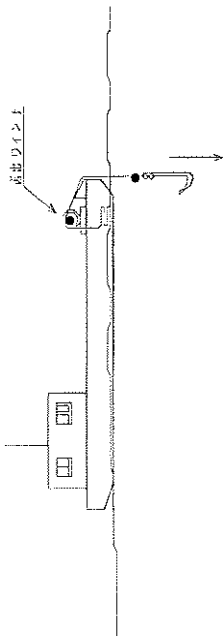
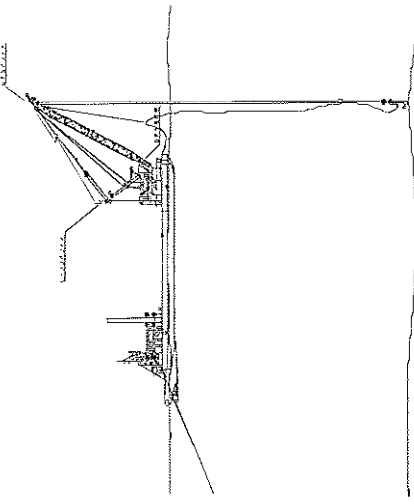
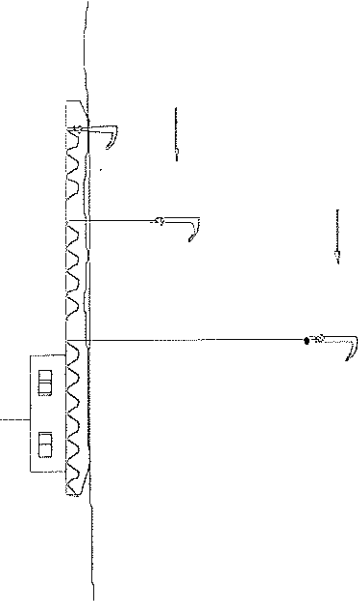
1. 実績が少ない。水深の浅い場所でのブイの設置実績はある。
2. クレーン船の設備の主巻きウインチ能力、主巻きワイヤー長さの変更、改造が必要で発電装置なども含めて大規模な改造となる。また300-400 t 吊クレーン船が設置場所近辺に在籍していないので（現有作業船一覧2005年版）在港場所からの回航作業が発生する。クレーン船の改造費として、水深100m程度で約1千万となる。
3. 改造、復旧期間が長くなり、クレーン船の拘束日数が長くなる。クレーン船の改造は本工事のみの改造となる。

送り出し工法 および クレーン船による工法は、アンカー、チェーンの設置は確実に行うことが可能であるが、設置装置、台船、クレーン船の改造工事などは大規模となる可能性を秘めており、大きな問題と考える。

これらを考慮すると、ブイなどの設置実績が多い自由落下工法が、作業的にも、また、台船艀装工事量などについても、上記工法より有利であると考えられる。ただし、本工法は、アンカー、チェーンを自由落下させるため、設置状況が確実であると確証は無いという問題がある。

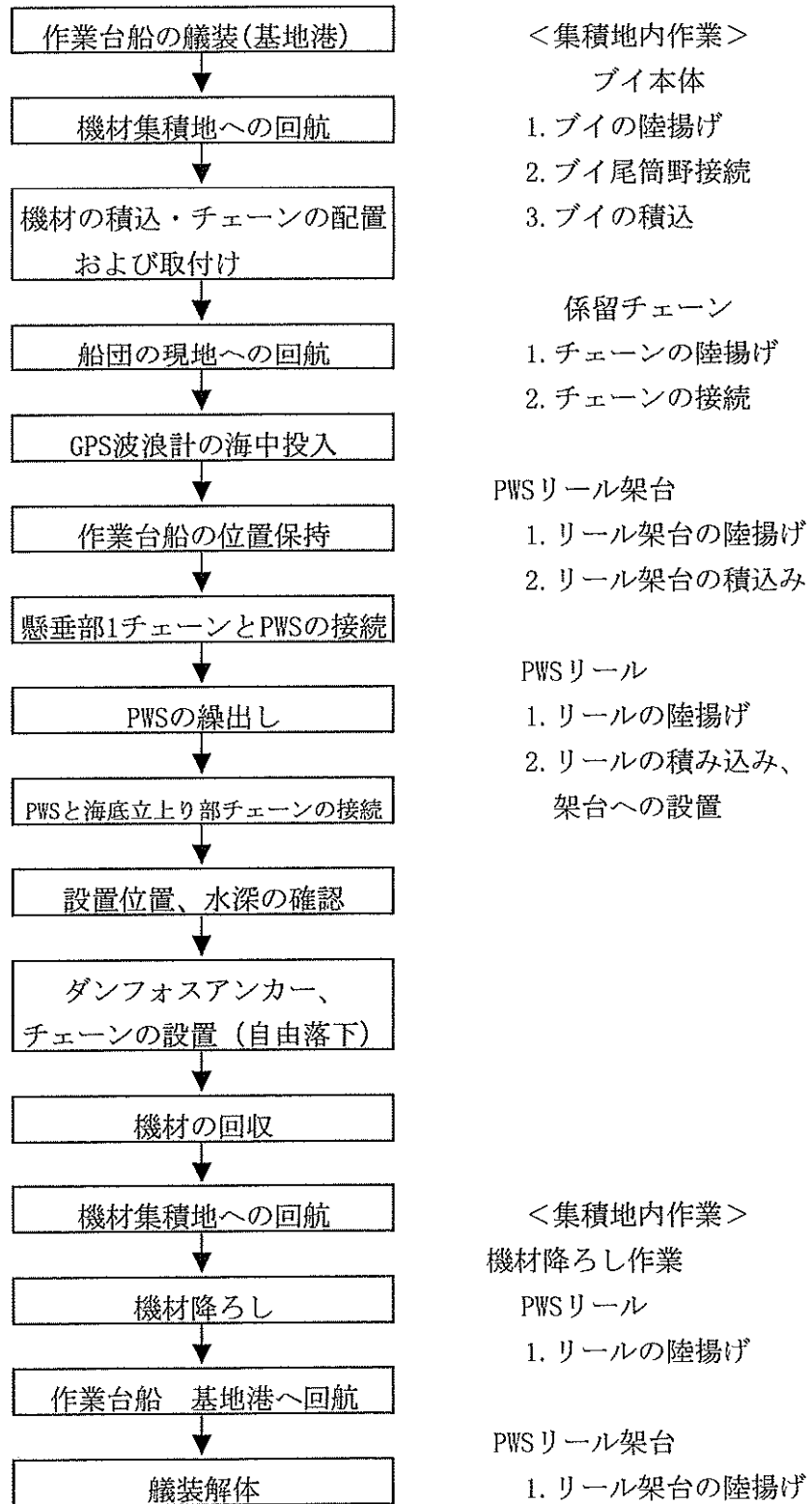
上記の問題はあるが、実績も多く、本検討のGPS波浪計設置についての工法は、自由落下工法を推奨する。

ダンフォースアンカー係留 工法比較

送り出しによる工法	クレーン船による工法	自由落下による工法
 <ul style="list-style-type: none"> ・アンカーは吊り下げた状態で設置現地へ回航する。 ・アンカーの設置はウインチ、ウインドラスにて行う。 ・ウインドラスはチェーン径により型式が異なりチェーン径に対応した装置が必要となる。ウインドラス1基の製作費は3-4千万である。参考として、ウインドラスの図面を添付資料-4に示す。 	 <ul style="list-style-type: none"> ・機材はクレーン船に搭載して設置現地へ回航する。 ・アンカーの設置は主巻き、補巻き、ウインチを使用して行う。 ・クレーン能力、係留設備、発電装置などの改造が必要。大規模な改造となる。主巻きワイヤー、玉掛ワイヤーなどが海水につかるため使用後の対策が必要。玉掛ワイヤーの海底での取り外しのため特殊金具が必要となる。 (4/17) クレーン船改造費用は、水深100m程度で約1千万である。 	 <ul style="list-style-type: none"> ・アンカーは吊り下げた状態で設置現地へ回航する。 ・アンカーの設置は自由落下にて行う。 ・アンカー、チェーンの固縛、吊り下げ方法、回航中の落下防止対策の検討が必要。

送り出しによる工法	クレーン船による工法	自由落下による工法
<ul style="list-style-type: none"> ・アンカーを吊下げて回航を行う関係上、台船の安定検討が必要。 		<ul style="list-style-type: none"> ・アンカーを吊下げて回航を行う関係上、台船の安定検討が必要。
<ul style="list-style-type: none"> ・アンカー、チェーンは正常な状態で設置できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・アンカー、チェーンは正常な状態で設置できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自由落下工法のためアンカー、チェーンの設置状況が不明。
<ul style="list-style-type: none"> ・チェーンは船内に格納する。そのため、台船の改造が必要となる。 甲板上に格納の場合、チェーンの繰出のためにウインチを装備する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・チェーンは甲板上に格納。 	<ul style="list-style-type: none"> ・チェーンは外舷に吊り下げる。
<ul style="list-style-type: none"> ・ウインドラス、ウインチなどの装備品が多く台船内部改造など、艀装期間が長くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・主装置の改造、変更が必要となり、クレーン船の艀装日数が長くなる。クレーン船の拘束日数が長くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・舷側チェーンの固縛が、台船の動揺、波浪で解除されないように対策を講じる必要がある。
<ul style="list-style-type: none"> ・ウインドラスの速度によるが、(5-10m/minとすると水深200mで20-40minかかる) 設置作業時間は、自由落下工法より長くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・設置作業は、主、補巻きフック、および、ウインチなどを使用して、徐々に巻きおろす必要があるもので作業時間は他の工法より複雑で、時間もかかる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・アンカーの固縛ワイヤーを切断することにより設置工法のため、作業時間は、他の工法より短い。
<ul style="list-style-type: none"> ・適合する台船が設置区域近辺に在籍しているかの確認が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・適合するクレーン船が設置区域近辺に在籍しているかの確認が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・適合する台船が設置区域近辺に在籍しているかの確認が必要。
<ul style="list-style-type: none"> 実績が少ない 昭和50年台中頃、高知沖30Km 波浪観測ブイ 水深130m、80 t シンカー、海底質 泥 160 t 吊揚錨船にて施工 	<ul style="list-style-type: none"> 実績無し GPS波浪計(実験用)、室戸沖 水深100m、150 t シンカー、海底質 岩盤 	<ul style="list-style-type: none"> 実績あり 足摺沖(高知県) 黒潮牧場 (9号) 水深770m、ダンフオースアンカー19 t、 海底質 砂 室戸沖、高知沖でも施工

自由落下工法による作業ステップを示す。



〈作業台船の艀装〉

本作業に使用する作業船は、一般的な台船を考える。その台船に作業に必要な艀装品を搭載、設置する。設置、準備する艀装品を下記に示す。

艀装品	舷側に固縛するチェーンの固縛ピース、ワイヤー、シャックル
	PWSとチェーン接続作業時のチェーンおよびPWS用ストッパー
	PWS繰出し用ガイド
	ガイドローラーまたは3方ローラー
	GPS波浪計架台
	雑用ウインチ
	クローラークレーン等の重機
	係留用ウインチ（緊急用）、ワイヤー、アンカー
	発電装置
	PWS用フローター
	監視室（簡易居住設備付き） など

台船の艀装工事は、基地港で行うのが一般的である。

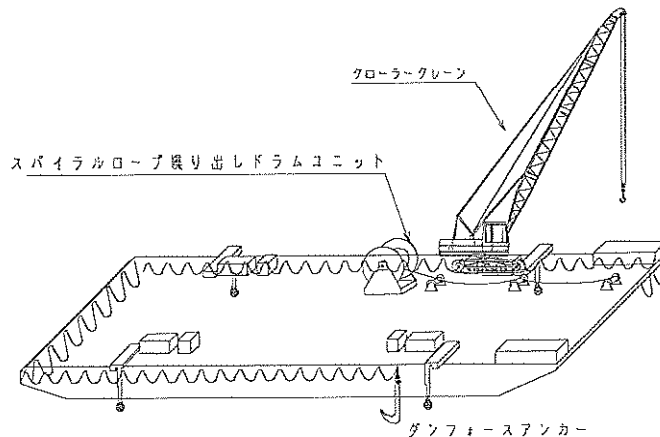
〈機材集積地への台船の回航〉

基地港で艀装された台船をGPS波浪計機材積込のために、機材集積港へ回航する。

〈機材の積込・チェーンの配置および取付け〉

機材集積港にて、GPS波浪計本体の積込、固縛、PWSリール架台の積込み、設置、PWSリールの架台への据付、および、作業台船GPSの設置を行う。取付け後、作動確認を行う。ダンフォースアンカーおよびチェーンはクレーンを使用して台船舷側に吊り下げる。

機材積込後の台船艀装図例を示す。

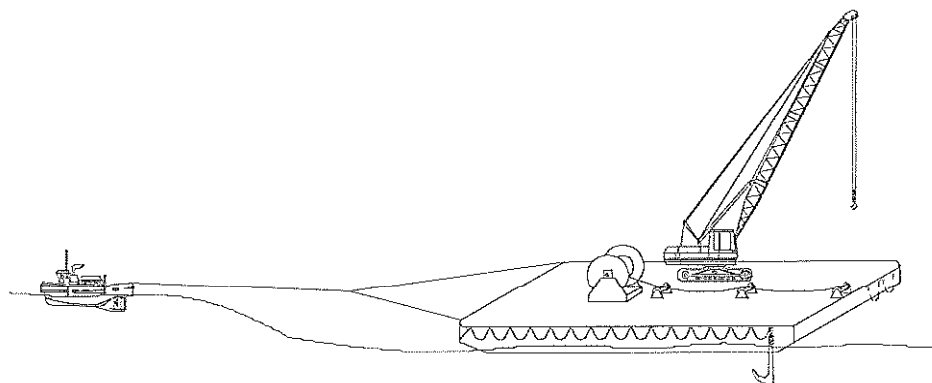


台船艀装図例

ダンフォースアンカー及びチェーンを台特設係に吊り下げワイヤーにて固縛する。

〈船団の現地への回航〉

GPS波浪計は沖合い20km以内の海域に設置されるので、船団は4-5ノットで海域へ回航される。



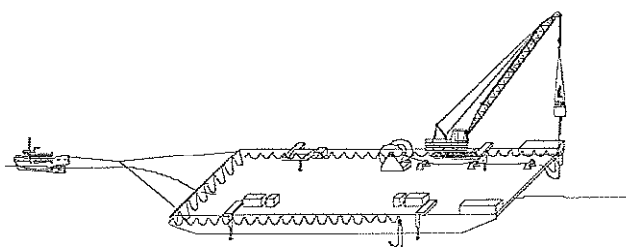
曳航図

〈GPS波浪計の海中投入〉

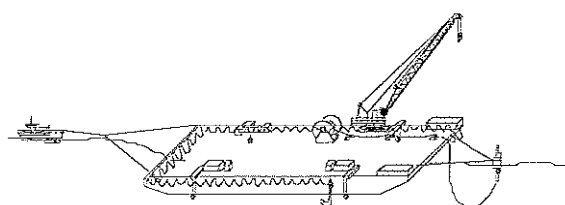
台船上に固縛されたGPS波浪計を、クローラークレーンを使用して海中に投入する。クレーンにて吊り上げに際しては、GPS波浪計を傷めないように注意して作業を行う。

GPS波浪計の係留チェーンの懸垂部1端は台船と接続しておく。また、GPS波浪計が流れないように対策を講じる。

GPS波浪計は水深15m以上の海域で投入する必要があるので投入前には前に水深の確認を行わなければならない。



GPS波浪計吊上げ



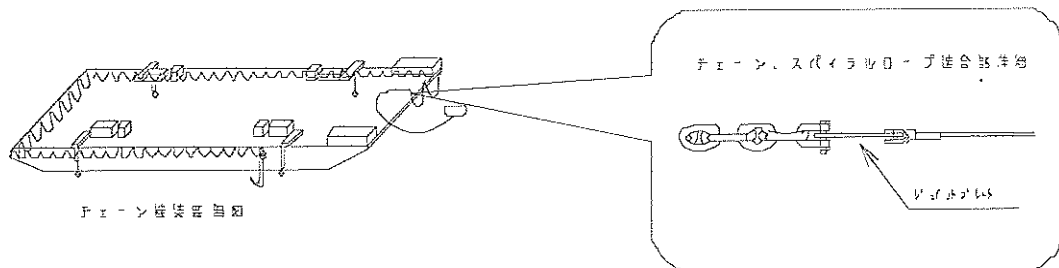
GPS波浪計海中投入

〈作業台船の位置保持〉

現地海域付近に到着した作業台船は、GPSにより位置を確認し、曳船にて位置を保持しながら、GPS波浪計設置準備作業をおこなう。

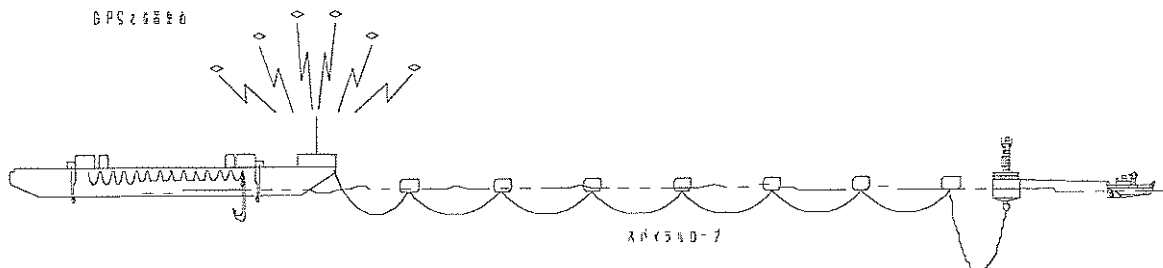
<懸垂部1チェーンとPWSの接続>

台船上に固定しているGPS波浪計付きの懸垂部1チェーンとPWSをジョイントを介し、接続し、外れ止めを行う。



<PWSの繰出し>

PWSリールを回転させ、曳船でGPS波浪計を曳きながらPWSを展張する。この時、PWSが海中に没さないようにPWSにフローターを取付けながら展張作業を行う。



<PWSと懸垂部2チェーンの接続>

舷側に固縛している海底立上がり部チェーン末端とPWS末端をジョイントを介し、接続し、外れ止めを行う。

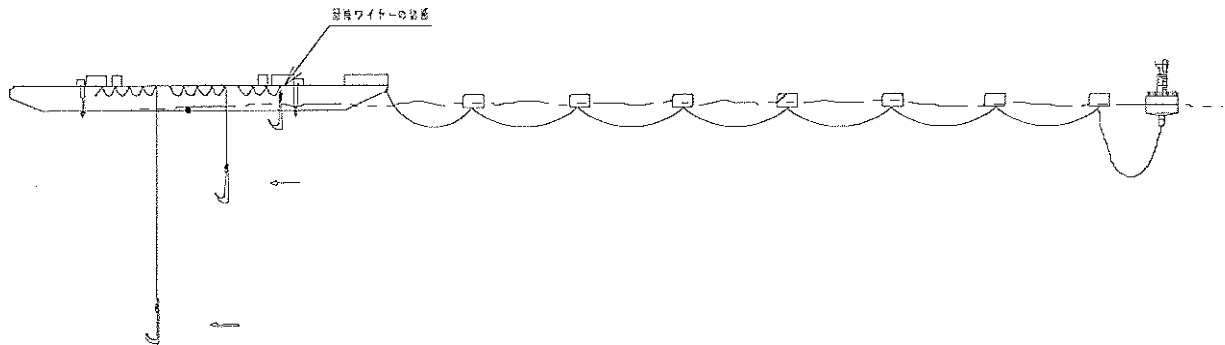
<設置位置、水深の確認>

作業台船に装備GPSにより設置位置を確認すると同時に、曳船に装備している測深装置により設置海域の水深を確認する。

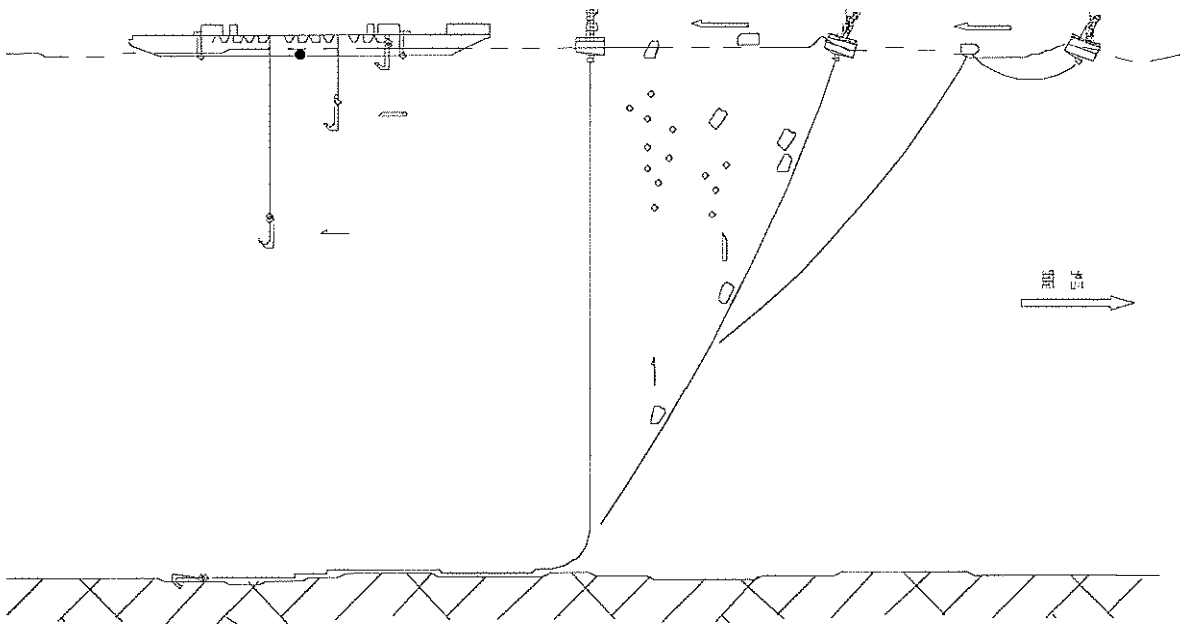
測深装置を装備した曳船の選定が必要となる。

<ダンフォースアンカー、チェーンの設置>

設置位置は、監督責任者の確認を得て設置作業を開始する。台船舷側に固縛しているダンフォースアンカーを落下させるため、アンカー固縛ワイヤーを切断する。



アンカーの重量と衝撃力でチェーン固縛ワイヤーは順次自動的に切断されチェーンが投入される。



この時、海上のGPS波浪計が急速に作業台船に接近してくるので、台船を移動させる必要がある。

<機材の回収>

PWSに装備されていたブイは、PWSが水中に没すると、自動的にハズレ、海上に浮上するので、その回収を作業船にて行い、台船に積み込む。

<機材集積港への回航>

回収された機材などの陸揚げのため船団を、機材集積港へ回航する。

<機材降ろし>

作業台船上の重機および陸上の重機を使用して、PWSリール、架台、台船上のGPS装置などの機材を陸揚げする。

<作業台船 基地港へ回航>

作業台船の船団は、それぞれの基地港へ回航される。

<艀装解体>

基地港にて、艀装品の取り外し、陸揚げ、デッキクリーニングを行う。

4.2.2. 施工作业の気象、海象条件

海上作業の一般的な作業中止条件は、風速 10m/s 以下、波高 1m以下、視程 1000m以下、潮流 0.1ノット以下、降雨量 30mm/h以上 であるが、本波浪計設置作業は、外洋での作業となるため、この条件を採用すると作業可能日数が限定される可能性が大きい。作業の安全を考慮して作業中止条件を下記に設定する。

風速	10 m/s 以下
波高	1.2 m以下
視程	2000 m以下
潮流	0.5 ノット以下
降雨量	30 mm/h以上

この条件に合わせた作業台船の作業海域での保持方法、曳船の選定が必要となる。

波高：NOWPHAS2003年データによる

釜石沖	2, 3, 7月以外は平均有義波高は 1.0m以下
牡鹿半島沖（石巻）	1年中 平均有義波高は 1.0m以下

潮流：日本海用データセンター（JODC）のデータによる

釜石沖	1月～3月	0.1～0.3knot
	9月～12月	0.3～0.4knot
牡鹿半島沖（石巻）	1月～3月	0.1～0.2knot
	9月～12月	0.2～0.5knot

添付資料-3、4 に上記データを示す。

設置作業前には、最新の波高、潮流データを入手して、作業方法の検討が必要である。

4.2.3. 主作業船の選定

(1) 作業台船の選定

作業台船の選定基準となるのは、台船への搭載機材の重量、舷側に固縛するチェーン長さ、作業海域（外洋） および 台船上での作業スペース広さ である。

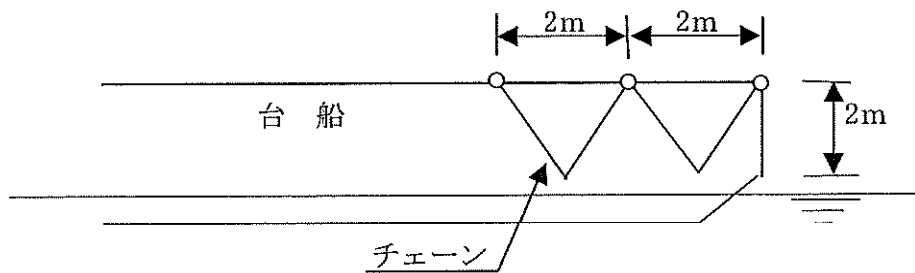
GPS波浪計の設置海域は、沖合い20km以内の外洋での作業であることから、小型の台船では、海象状況の影響を受けやすく、作業の安全性に影響を及ぼすことなどを考慮すると50m級以上の台船を推奨する。

台船に搭載する機材重量

GPS波浪計	20 t
ダンフォスアンカー	19 t
チェーン	40 t
PWSおよびローラ	9 t
PWSローラー架台	10 t (仮定)
重機	100 t
その他	50 t
計	248 t

舷側に固縛するチェーンの配置

チェーン配置は両舷および船尾側舷側とする。船首側舷側は、作業スペースとなるのでチェーンの固縛は行わないものとする。



チェーン固縛配置を上図のように考えると 長さ50m×幅18m×深さ3m の台船を考えると、チェーンの設置可能長さは

$$\begin{array}{rcl}
 2.2 \times 50/2 \times 2 \times 2 & = & 220\text{m} \quad \text{舷側} \\
 2.2 \times 18/2 \times 2 & = & 40\text{m} \quad \text{船尾} \\
 \hline
 \text{計} & & 260\text{m} \quad \text{となる。}
 \end{array}$$

今回設置予定のGPS波浪計のチェーン長さは 248m であり 50m級台船にチェーンを取り付けることは可能である。また台船への搭載重量が約250 tであることも考慮すると、50m級（2000 t 積）以上の台船が本作業を行うに当たり推奨される。

現地設置場所での係留方法は、曳船で保持する方法とスラスターを装備して保持する方法がある。スラスターを装備した台船はDGPSを装備して、自動的に自船を位置保持できるシステムを装備している。DGPSシステムを装備している現有の台船を下記に示す。

船名	L×B×D (m)	能力	所有者	基地港	備考
深洋	110×32×6.8	750PS×4	深田サルベージ建設(株)	呉	可搬式
開洋	80×26×5.0		日本サルヴェージ(株)	門司	固定式
正国	60×20×4.5		日本サルヴェージ(株)	門司	固定式
あわじ	60×23×2.7	650PS×4	(株)関海事工業所	淡路	固定式

各船の図面を添付資料-5 に示す。

これらのDGPS台船は、表に示すように、基地港が関西以西であり、今回の作業においては、作業場所までの回航距離が長くなるので、推奨はむずかしい。

(2) 曳船の選定

作業台船を回航するための曳船は

回航作業時：	風速 1.2m/s	係留作業時：	風速 1.2m/s
	波高 1.2m		波高 1.2m
	曳航速力 5 knot		曳航速力 0 knot
	潮流 0.5 knot		潮流 1 knot

の条件に見合う曳船を選定する。

曳航馬力計算結果は	回航作業時：	1722KW (2341PS)	
	係留作業時：	819KW (1113PS)	となり

必要な曳船は 1839KW (2500PS) 級となる。

曳航馬力計算書を参考資料として添付資料-12 に示す。

また、本曳船には、GPSおよび測深装置(海底形状も把握できる装置が好ましい)が装備されている必要である。

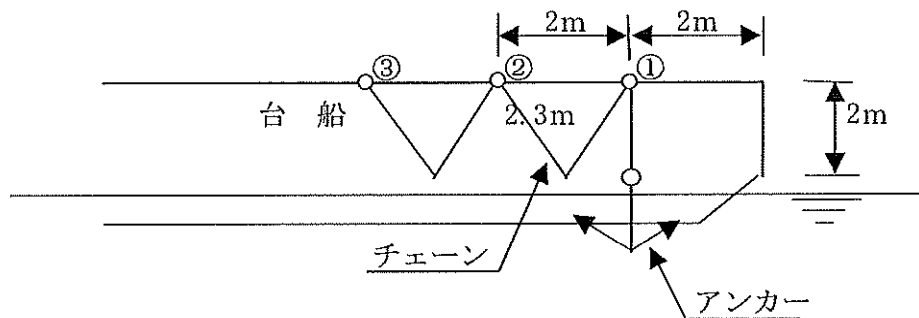
4.2.4. 必要機材の選定

GPS波浪計およびそれに付属するチェーン、PWS、ダンフォースアンカー以外の波浪計設置作業に必要な機材について述べる。

1) 舷側に固縛するチェーンの固縛用ピース、ワイヤー

固縛するチェーン $\phi 81 \times 178\text{m}$ (152.5kg/m)

$\phi 84 \times 70\text{m}$ (164.0kg/m)



①のピースに作用する鉛直力

$$19(\text{アンカー}) + 0.1525 \times 2 + 0.1525 \times 2.3 = 19.7 \text{ t}$$

動揺係数1.2を考慮すると $19.7 \times 1.2 = 23.7 \text{ t} \Rightarrow 25 \text{ t}$ ピース、シャックル

固縛材(ワイヤー)の安全係数を 4 とすると(固縛ワイヤーは2連とする)

$$\text{ワイヤー1本あたりの破断荷重} \quad 23.7 \times 4 / 2 = 47.4 \text{ t}$$

47.4 tの破断荷重を有するワイヤーは JIS4号品G種(6×24) $\phi 33.5\text{mm}$ となる。

(JIS4号品G種(6×24) $\phi 33.5\text{mm}$ の破断荷重 52.1 t)

②のピースに作用する鉛直力

$$0.1525 \times 2.3 \times 2 = 0.71 \text{ t}$$

動揺係数1.2を考慮すると $0.71 \times 1.2 = 0.85 \text{ t} \Rightarrow 1 \text{ t}$ ピース

1.5 t シャックル

固縛材(ワイヤー)の安全係数を 4 とすると(固縛ワイヤーは1連とする)

$$\text{ワイヤー1本あたりの破断荷重} \quad 0.85 \times 4 = 3.4 \text{ t}$$

3.4 tの破断荷重を有するワイヤーは JIS4号品G種(6×24) $\phi 10\text{mm}$ となる。

(JIS4号品G種(6×24) $\phi 10\text{mm}$ の破断荷重 4.99 t)

設置個所数 178(チェーン長) / (2.3×2) = 39 個所

①の固縛ワイヤーを切断しダンフォースアンカーを自由落下させた時、②のピースの固縛ワイヤーφ10mmにはアンカー重量19 t以上の重量が作用するので切断する。よって、チェーンは順次、自由落下する。

③以降のピースに作用する鉛直力 (チェーン径φ84mm)

$$0.164 \times 2.3 \times 2 = 0.76 \text{ t}$$

動揺係数1.2を考慮すると $0.76 \times 1.2 = 0.92 \text{ t} \Rightarrow 1 \text{ t}$ ピース

1.5 t シャックル

固縛材(ワイヤー)の安全係数を 4 とすると(固縛ワイヤーは1連とする)

$$\text{ワイヤー1本あたりの破断荷} 0.76 \times 4 = 3.04 \text{ t}$$

3.04 tの破断荷重を有するワイヤーは JIS4号品G種 (6×24) φ10mmとなる。

(JIS4号品G種 (6×24) φ10mmの破断荷重 4.99 t)

設置個所数 70(チェーン長) / (2.3×2) = 16 個所

<安全対策>

作業台船の回航中、固縛ワイヤーの切断事故が発生した場合を考える。1ヶ所の固縛ワイヤーが切断すると、アンカー、チェーンが落下してしまう恐れがある。

これを防ぐために対策を考える。

チェーン全長 $178+70 = 248\text{m}$ この内の1/4が落下するとすると
その場合のチェーン重量は $0.164 \times (248/4) = 10.2 \text{ t} \Rightarrow 11 \text{ t}$ となる。

衝撃係数を 2 として $11 \times 2 = 22 \text{ t} \Rightarrow 25 \text{ t}$ ピース

固縛材(ワイヤー)の安全係数を 4 とすると(固縛ワイヤーは2連とする)

$$\text{ワイヤー1本あたりの破断荷} 22 \times 4 / 2 = 44 \text{ t}$$

44 tの破断荷重を有するワイヤーは JIS4号品G種 (6×24) φ31.5mmとなる。

(JIS4号品G種 (6×24) φ31.5mmの破断荷重 46.0 t)

チェーン固縛用ピース、シャックル、ワイヤーのリストを次に示す。

ピース	固縛材	シャックル	設置数
25 t 用	JIS4号品G種 φ33.5mm、長さ2m	25 t	1
1 t 用	JIS4号品G種 φ10mm、長さ1m	1.5 t	39
1 t 用	JIS4号品G種 φ10mm、長さ1m	1.5 t	16
25 t 用	JIS4号品G種 φ31.5mm、長さ2m	25 t	4

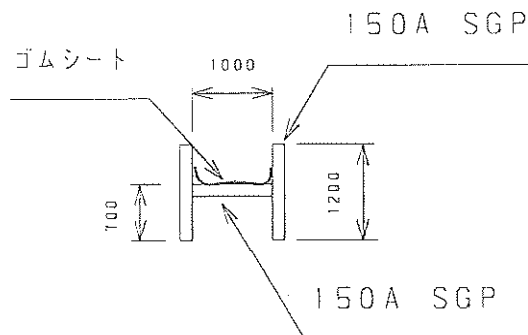
2) 固縛ピース

懸垂部1チェーンとPWSおよびPWSと海底立上り部チェーンの接続作業のために台船上でチェーンを固縛するピースを設置する。

懸垂部1チェーン重量は 2.4 t であるので 安全を考慮して 5 t ピースを2箇所を設置する。海底立上り部チェーンは、台船舷側に固縛されている。

3) PWS繰出ガイド

PWSはワイヤー表面を被覆材でコーティングされたもので、PWS展張作業中に傷をつけないようにする目的で装備される。PWS外形はφ70mmである。



150AのSGP管で製作されたPWS用ガイドを繰出し位置にあわせて作業台船上に3箇所配置、設置する。

ガイドには、PWSのコーティングを保護するよう、ゴムシートを設置する。

4) PWS海中投入用デッキローラ

GPS波浪計に接続されたPWSを海中に投入するために台船舷側にデッキローラを設置する。一部チェーンの繰出にも使用する。

ワイヤー径70mmおよびチェーン径64mmに対応できるデッキローラを選択し、GPS波浪計設置方向の台船舷側に設置する。

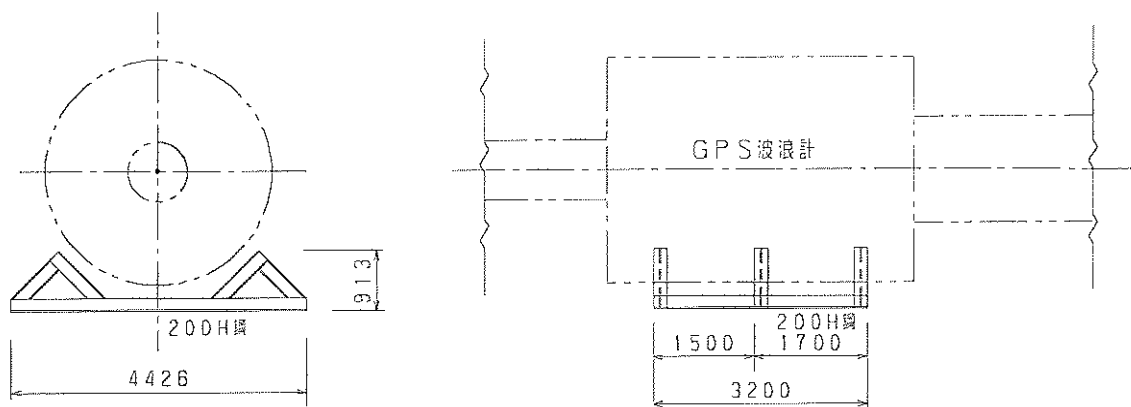
ワイヤー、チェーン径に対応した標準ローラは無く、単品生産となる。

参考資料として、ローラを添付する（添付資料-6）。

5) GPS波浪計架台

機材集積地にて組立られたGPS波浪計は、作業台船に積み込まれ固定、固縛される。機材集積港に運ばれたGPS波浪計用固定架台を作業台船に設置する。

200H鋼にて製作する架台案を示す。架台とGPS波浪計の間には緩衝材を設置しGPS波浪計を傷めないように配慮する。



6) 雑用ウインチ

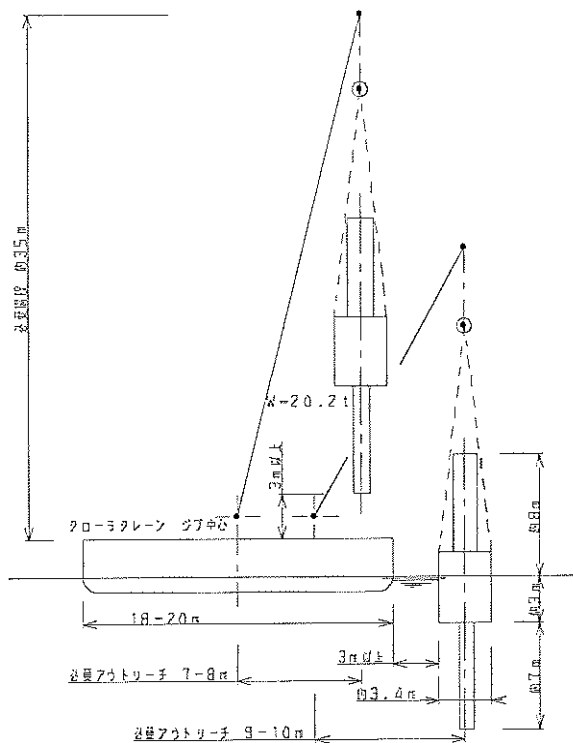
チェーン、PWSの引込み、送出しの補助作業用として、1-1.5 tの電動ウインチ2台設置する(添付資料-7)。

7) PWSリール架台

機材集積港に運ばれたPWSリール架台を台船に積み込み、設置、固定する。その後、同じく機材集積港に運ばれたPWSを巻き込んだリールを架台に設置する。

PWS用リール図面を添付資料-8 に示す。

8) クローラクレーン



クローラクレーンの必要能力は
 吊荷重=20.2 t+2 t (吊具) =22.2 t
 となる。本クレーンを台船上で使用する場合は、台船の動揺を加味して、陸上仕様の90%とするようクレーン業者から指示されている。よって、作業台船に搭載するクローラクレーンの仕様は、

定格荷重 : $22.2 / 0.9 = 24.7 \Rightarrow 25 \text{ t}$ 以上
 作業半径 : 9-10m
 揚程 : 35m

これに適合するクローラクレーンは
 80 t 吊 (ジブ長さ40m) となる。
 (添付資料-9)

クローラクレーンの作業に当たっては、台船の傾きに注意する必要がある。

9) 係留用ウインチ、ワイヤー、アンカー

設置現地の係留は、水深が深いのでアンカーによる係留ではなく、潮流の方向に従い曳船で位置を保持する方法をとる事とする。

しかし、係留用のウインチ、アンカーを準備し、緊急時に対応するため係留ウインチを1台装備する。

緊急時の条件として	風速	12m/s	
	波高	1.2m	
	潮流	1knot	として、水深200mに対応する

ウインチとして

ウインチ能力	10 t	
ワイヤー	φ 20mm以上	
ワイヤー長さ	500m以上	
アンカー重量	3t以上	となる。

上記条件による係留力計算を添付資料-13、係留計算を添付資料-14に、ウインチの参考図を添付資料-10に示す。

10) 発電装置

作業用、PWSリール装置、係留用ウインチ、雑用ウインチ、監視機器、居住関連機器用に必要な電力を供給するために、ポータブル発電機が各機器の配置に応じて装備され、配電盤、電線も配置される。

11) PWSフローター

PWSを海中に送り出す時に、PWSを海面上に浮かせるために用いる。このフローターはチェーン投入時、アンカーとチェーンの重量で海中に引き込まれ、水圧でエアが抜け、PWSから自動的に離脱し海面に浮かび上がる。

12) GPS監視室

GPS波浪計設置位置を確認するためGPSおよびモニターを設置し、監督員責任者がそのデータを管理し、作業台船を設置位置に誘導するための監視室を設置する。

本監視室は事務室兼休憩室としても利用するものとする。

長さ4.5m×幅2m×高さ2m程度のハウスを設置する。近接して、簡易トイレを2台設置する(添付資料-11)。

13) その他

現場での作業用として、溶接機、ガス切断器、コンプレッサーなどを配備する。

4.2.5. 準備作業

1) 船団艀装および艀装解体場所

作業台船の艀装および艀装解体は台船の基地港で行う。艀装を行った後、作業台船は、GPS波浪計、係留装置などの機材集積港に回航し、作業準備をおこなう。

作業台船および曳船などは、機材集積港近辺を基地港とするものを選定することが好ましい。

2) 機材積込、積下し場所(機材集積港)の選定

作業台船に機材などを搭載するための機材集積港の選定条件を下記に示す。

① GPS波浪計設置場所近辺の港。

釜石港沖設置 釜石港
牡鹿半島沖 石巻港、塩竈港

② 曳船、作業台船が接舷、係留できる岸壁がある港。

③ 曳船、作業台船およびGPS波浪計輸送鋼船の喫水のうち最大値+1m以上の水深を有する港、岸壁であること。作業台船に搭載するクレーンの能力を小さくするために、GPS波浪計が海中に投入できる水深を有する港が好ましい。

④ 陸上輸送される機材の場合、岸壁までの輸送経路の確認が必要とする。

⑤ 各機材の輸送姿を事前に確認し、機材集積地にて組立、仕上げ作業が必要となるもの有無の確認を行う必要がある。作業スペースの確保および重機の使用が必要となる。

⑥ 重機の使用に際しては、岸壁の地耐力の確認が必要。

⑦ 機材の重量、大きさ、数量の確認。

3) 機材集積港での準備作業

① GPS波浪計の陸揚げ

鋼船に積まれてきたGPS波浪計を、固縛解除し、陸上重機により陸揚げする。

GPS波浪計重量約20 tを吊り上げるための重機として下記のものと考えられる。

油圧式トラッククレーン		
	作業半径	揚程
100 t 吊	8-10m	29m
160 t 吊	14-16m	50m
360 t 吊	16m	36m

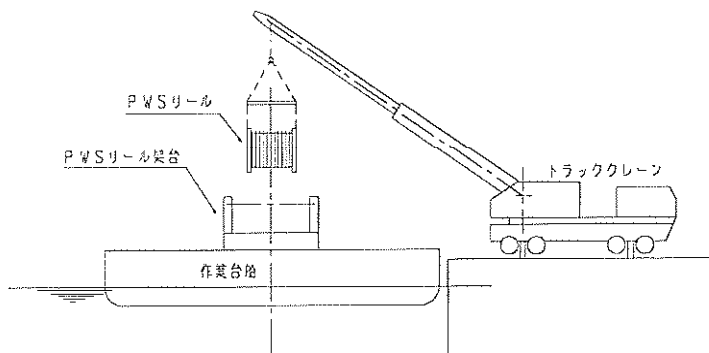
ラフテレーンクレーン		
	作業半径	揚程
120 t 吊	11-12m	18m
200 t 吊	16m	48m

GPS波浪計運搬鋼船の大きさによるが、160 t以上のクレーンが必要と考える。

陸揚げされたGPS波浪計に波浪計の尾筒を接続する作業をおこなう。一体化作業が完了したら、GPS波浪計の作動確認を行った後、陸上重機にて、作業台船に積み込み固定する。

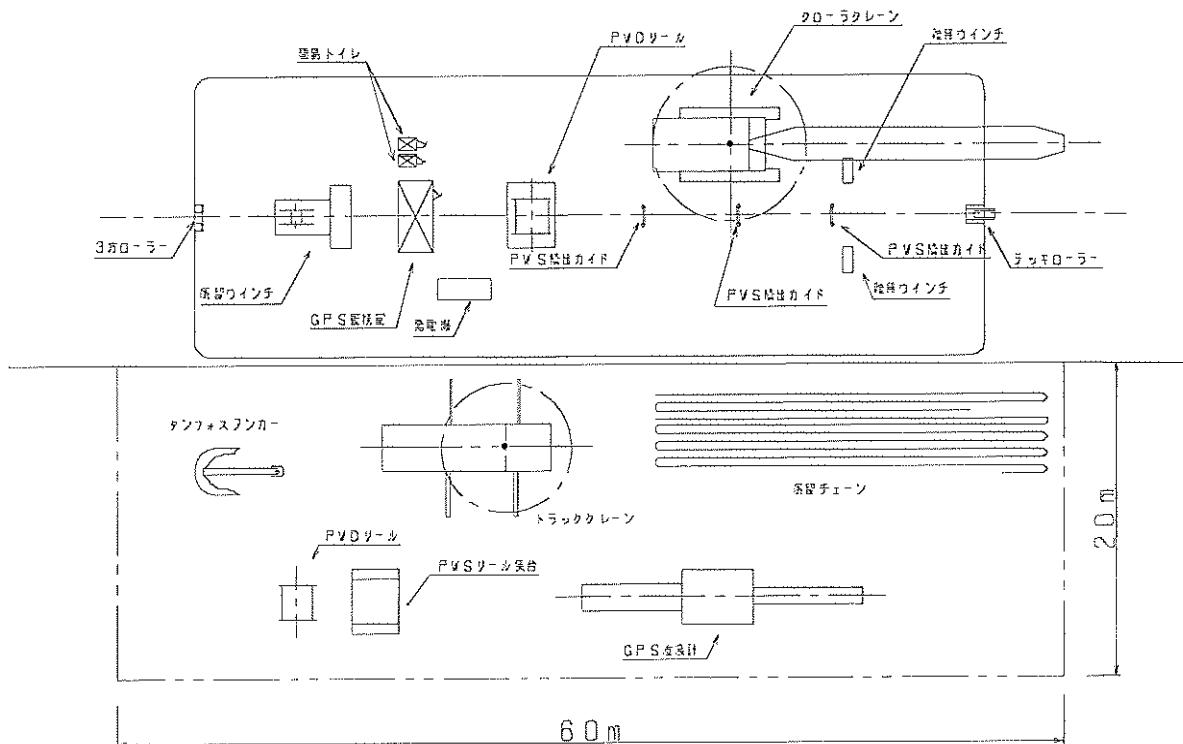
② PWSリール架台およびリールの作業台船への積込

陸上輸送されてきたPWSリール架台を作業台船に陸上重機を使用して、作業台船の所定位置に搭載、固定する。その後、リールを架台に取り付ける。



③ 作業エリア

機材集積地には、GPS波浪計本体(約20 t)、PWSリール、架台、係留チェーン、ダンフォスアンカー(約19 t)などの機材および積込、積み下ろし用トラッククレーンが配置されことより、作業エリアとして、60m×20mのエリアが必要となる。



トラッククレーンはGPS本体を作業台船に積み込むことができる能力を有するものとなる。

油圧式トラッククレーン		
	作業半径	揚程
100 t 吊	8-10m	29m
160 t 吊	14-16m	50m
360 t 吊	16m	36m

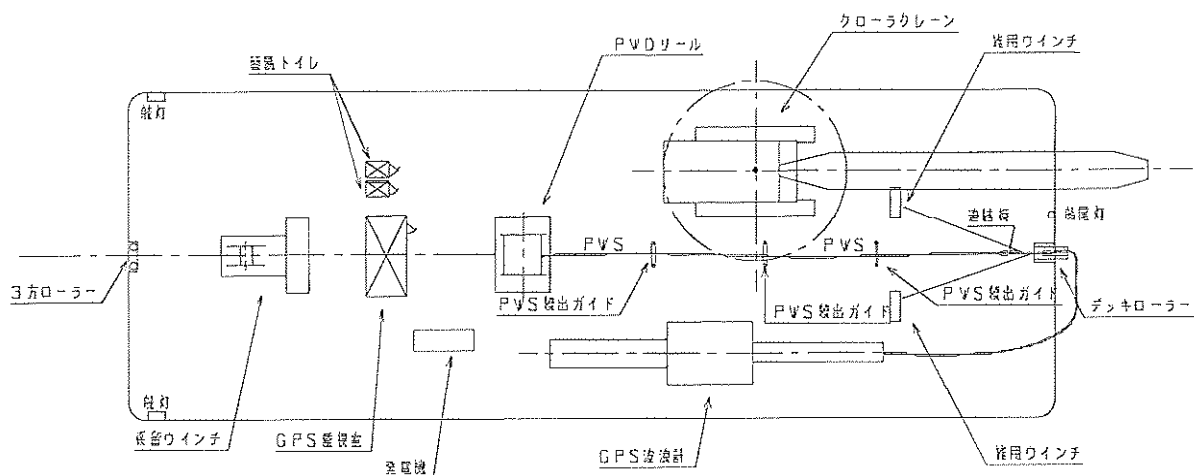
ラフテレーンクレーン		
	作業半径	揚程
120 t 吊	11-12m	18m
200 t 吊	16m	48m

作業半径などを考慮すると、100 t 吊以上のトラッククレーンが必要と考える。

④ 係留チェーンの艀装

ダンフォースアンカーと海底接触部チェーンを海底接触部チェーンと海底立ち上がり部チェーンを陸上で接続する。次に、陸上のトラッククレーンを使用してアンカーを作業台船舷側に吊下げる。その後チェーンを順次作業台船の舷側に吊り下げる。

PWSとGPS波浪計尾筒端に装備する懸垂部1のチェーンを台船上で連結板を使用して接続し、台船上に固定、固縛する。



⑤ 曳航準備

作業台船の艀装が完了した後、作業予定日の気象、海象、潮流データを収集する。

4.2.6. 設置作業

1) 船団構成

50m級台船	1 隻
2500PS級曳船	1 隻
1000PS級曳船	1 隻
小型200PS級作業船	2 隻
警戒船（船団回航作業時）	1 隻

各船舶の必要装備品

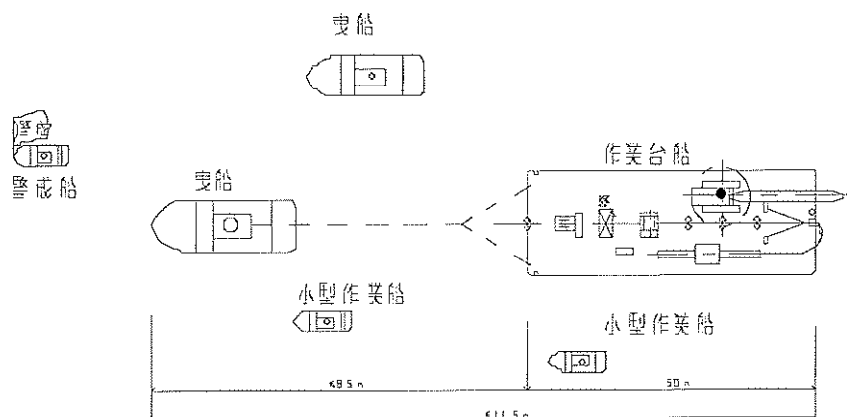
船種	規格	装 備 品
台船	50m級	トランシーバー、GPS、舷灯、船尾灯、黒色掲象物
曳船	2500PS級	トランシーバー、GPS、測深機、潮流計
曳船	1000PS級	トランシーバー、GPS、測深機
小型作業船	200PS級	トランシーバー
警戒船		トランシーバー

現地作業にあたり、現地保安部などとの協議が必要となるが、作業海域での警戒船が要求される場合がありうるので、指示に従う必要がある。

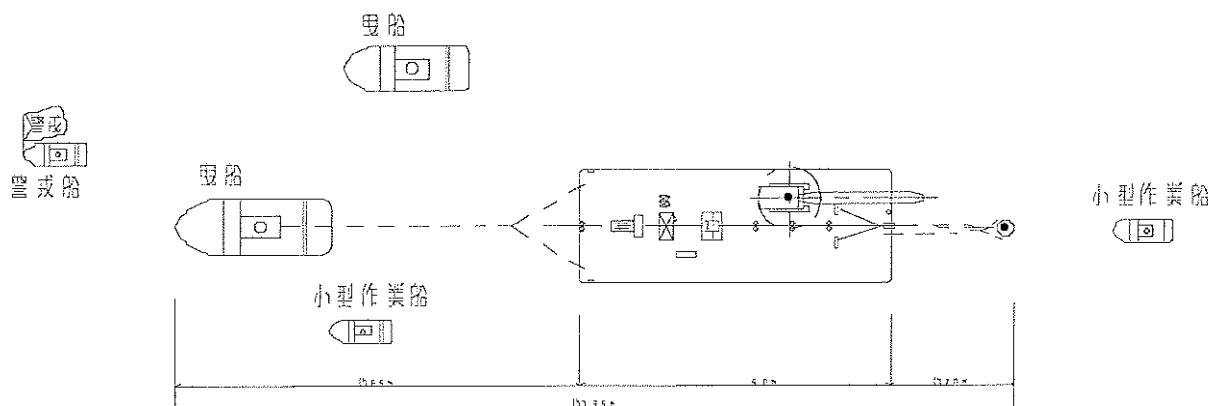
2) 船団回航計画

船団の集結港を、GPS波浪計設置場所近辺とすると、設置場所は沖合い20km以内であるので、船団曳航速力を4-5ノットとして、約2-3時間で設置海域に到達する。

回航要領図を下記に示す。



港内曳航図



港外曳航図

夜間航行時には、台船からサーチライトにて、GPS波浪計を照らし、また、波浪計には、点滅灯を取り付けて回航する。

3) 係留作業計画

作業台船、曳船に装備されたGPSにより係留位置を確認し、潮流方向にあわせて曳船で位置を保持する。潮流が変化する場合には、もう1隻の曳船を使用して台船の位置保持を行う。

4) 設置位置の確認

設置位置は、作業台船のGPS監視室にて、監督員、作業責任者が位置確認を行い、そのポイントを設置位置とする。同時に、曳船に装備されている測深機により水深の確認も行う。

5) 設置作業

設置ポイントが確定されると、ダンフォースアンカーを固縛しているワイヤーを切断する。アンカーの重量と衝撃力でチェーン固縛ワイヤーは順次自動的に切断され、チェーンが投入される。