

大水深・高波浪域における安全性を考慮した GPS 波浪計の撤去方法について

高知港湾・空港整備事務所 沿岸防災対策室 長尾 直起
高知港湾・空港整備事務所 沿岸防災対策室 秋山 知士

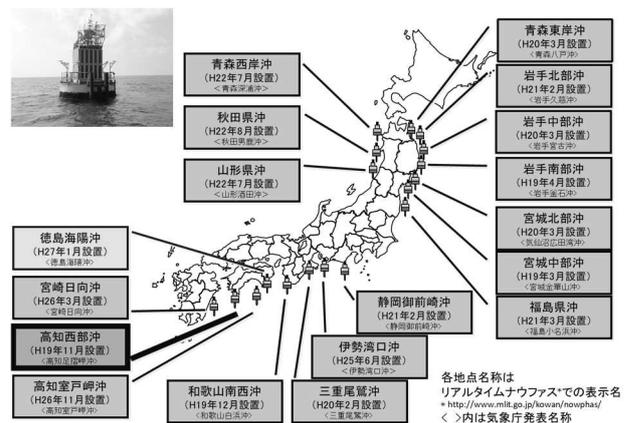
高知西部沖に設置している GPS 波浪計は、平成 19 年度に設置されており、設計耐用年数 10 年を超過して更新時期を迎えていたため、令和 2 年 2 月に撤去を行った。GPS 波浪計の設置に関しては、これまで全国で豊富な施工実績があり、施工方法も確立されているが、撤去に関して施工実績はまだ少ない。

今回は沖合における大水深・高波浪域の現場条件を踏まえ、安全性を考慮した GPS 波浪計撤去方法について報告する。

キーワード GPS 波浪計、防災活用、大水深、高波浪域、施工検討

1. はじめに

国土交通省港湾局では、防波堤及び岸壁等の整備に必要な沖合の波浪情報を観測するために、全国の沖合に18基のGPS波浪計を設置している。(図-1)また、地震時に津波が発生した場合には、沿岸到着時間数分～10分前に津波情報が観測できるため、気象庁等関係機関と連携して、防災面にも活用されている。



2. 高知西部沖GPS波浪計の概要

今回、撤去するGPS波浪計(図-2)は高知県足摺岬より南東約20km、水深約300mに位置している。設計条件は、風60m/s、海流2.6m/s、波浪14.94m・周期16.5s、海底地質砂質土で設計されている。構造は、海底からの鎖による一点係留で設置されており、ブイ(直径5m)、係留方法(ケーブル約200m、チェーン約300m)、係留アンカー(ダンフォース型27t)で構成されている。

図-1 GPS 波浪計位置図

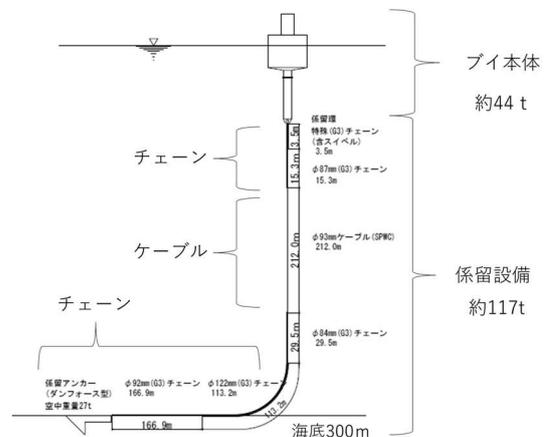


図-2 高知西部沖 GPS 波浪計構造図

3. 施工方法検討における施工課題

今回の GPS 波浪計撤去の施工方法を検討するにあたり、現場条件として下記 2 点を施工課題とした。

(1) 高波浪域・潮流

沖合約 20km に位置していることから、沿岸部よりも高波浪である。波高 2m 程度を度々観測し、設定した作業中止基準の波高 1m より高くなるため、施工時期が限られる。

また、黒潮の影響を受ける箇所であるため、現地では度々 2 ノット程の潮流が流れている。

(2) 大水深

高知西部沖 GPS 波浪計は全国で 2 番目に深い水深約 300m の位置に設置されている。水深が深いことから、通常作業船（起重機船）の 4 方向に対してのアンカーが設置できない。

4. 施工課題に対する検討

(1) 気象・海象条件の把握

上記の課題から、できるだけ気象・海象条件がよい月を選択したいため、過年度の当 GPS 波浪計の波高データや気象庁、海上保安庁のホームページ等を利用し、統計的にどの月に行えばよいか検討を行った。

結果的に波高は 1~3 月頃に少し落ち着き、作業中止基準の波高 1m を超えない日が多くなっている。潮流については、毎年ごとに変化しているため、特定月を設定するのが困難である。よって、潮流は簡易潮流計を用いて、現地で計測することを想定した。

(2) 起重機船の検討

GPS 波浪計を撤去し、陸揚げ等を行う際に使用する起重機船について検討した。起重機船の中でも非自航船（押船一体型）、自航船について検討を行った。

(図-3) (図-4) 在港が多い非自航船（起重機船と押船が分かれた船）はプッシャー・バージ規制により、基地港から GPS 波浪計の設置位置まで往復 4 時間以内で航行できないため、本検討外とした。

なお、前提条件として起重機船の吊能力は GPS 波浪計や係留設備を吊ることから、400 t 吊以上とした。

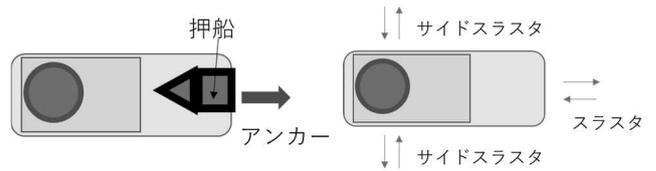


図-3 非自航船（押船一体型） 図-4 自航船

① 施工性・安全性

非自航船（押船一体型）はアンカーを 1 方向にししか設置できないため、潮流 2 ノット以下でないとな作業ができない。また、アンカー作業が発生し、約 3 時間程度定点保持のために作業を行う。

比べて、自航船はスラストと呼ばれる補助推進器を回し、自身で定点保持ができ、アンカーが必要ないため、約 3 時間のアンカー作業がなくなる。

② 経済性

非自航船（押船一体型）及び自航船を比較すると自航船の方が費用的には高くなり、損料だけで約 1.9 倍増加する。

③ まとめ

上記から、安全性及び経済性を検討した結果、施工性・安全性で自航船が優位に立つが、どちらも 1 日で作業が終了すると見込まれ安全性についても同等と判断し、経済性において優位である非自航船（押船一体型）を採用した。

(3) チェーンの撤去方法検討

チェーンの撤去方法として、ウィンチによって巻き取る方法と起重機船のクレーンで吊り上げて撤去する方法がある。(図-5) (図-6)

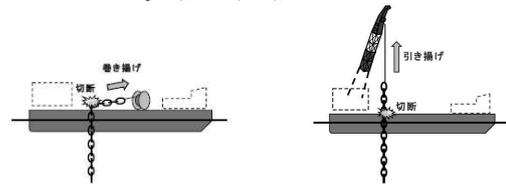


図-5 ウィンチによる撤去 図-6 クレーンによる撤去

① 施工性・安全性

起重機船による撤去方法は、デッキにあるクレーンを使用し、チェーンを吊り上げ撤去していく方法であるが、上下作業が頻繁に起こるため、チェーンの揺れにより切断時に危険性が増す。

対して、ウィンチによる撤去方法は、上下作業なく巻き取りで撤去していくため、安全性では優位である。

② 経済性

ウィンチによる撤去については、起重機船に艀装する必要があるため、起重機船のクレーンを利用した撤去の方が優位である。

③ まとめ

経済性では、クレーンによる撤去の方が優位であるが、安全性においてウィンチの方がより安全であり、事故等が起こりにくいと思われるため、ウィンチによる撤去を選定した。

上記の(1)から(3)を踏まえて、撤去に要する時間サイクルの検討を行った。(表-1)

表-1 撤去時間のサイクル

工種	時間	
	施工 (分)	段取り替え (分)
回航	120	-
アンカー設置	60	-
準備工(吊金具玉掛等)	60	-
ブイ撤去	60	20
上部チェーン	10	20
ケーブル	53	20
アンカー打ち替え	60	-
下部チェーン	352.5	-
ダウンフォースアンカー	10	-
アンカー撤去	60	-
回航	120	-
合計		1025.5

約17時間

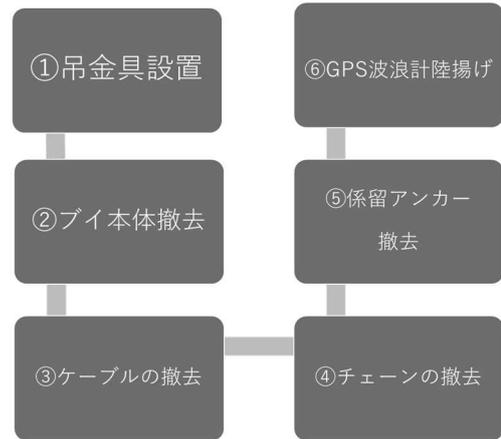
施工能力については、過年度事例を参考にし、本GPS 波浪計の係留設備の長さ等を考慮し検討を行った。

時間として約17時間程度かかるものとなり、海上でこれだけの時間作業するため、撤去日の選定にあたっては綿密に調整を行わないといけない。

5. 撤去方法の検討

前章の検討結果を元に、実際の撤去時の詳細作業について、検討を行う。(表-2)

表-2 撤去方法ステップ



(1) 吊金具設置

GPS 波浪計撤去の事前に、ブイ本体を起重機船のデッキに吊上るために吊金具を設置する。吊金具の寸法について、GPS 波浪計本体及び係留設備の重量だけでなく、海藻貝殻等の重量を加味し、検討を行う。

設計上、甲板から海面までの距離が1.5mに対して、現状、1.38m程しかなく、0.2m沈んでいたため、0.2m分(約4.1t)の増加重量を加味し、吊金具を設計した。

(2) ブイ本体撤去

事前に設置しておいた吊金具に玉掛を行い、起重機船のクレーンにて吊り上げ、デッキに仮置を行う。ブイ本体と共に、チェーンの一部が引き揚げられるため、デッキに本体を仮置時に転倒防止対策と共に、チェーンの固縛を行う。ブイ本体直下チェーンは、約19m程度のため、ケーブルがでるまで巻き取りを行う。

(3) ケーブルの撤去

前章の検討結果より、ケーブルについてもウィンチで巻き取りを行う。ケーブルについては、φ93mmのため、大型ウィンチで滞りなく巻き取る。

(図-7) (図-8)

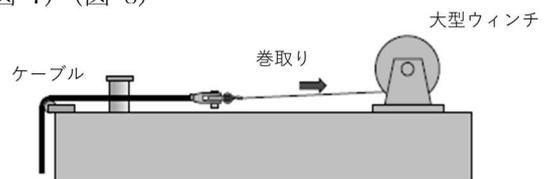


図-7 ケーブル撤去

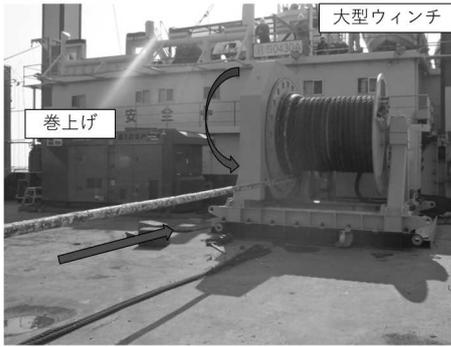


図-8 ケーブル撤去

(4) チェーン撤去

チェーンについても、ケーブルと同様にウィンチで巻き取り、撤去を行う。(図-9)

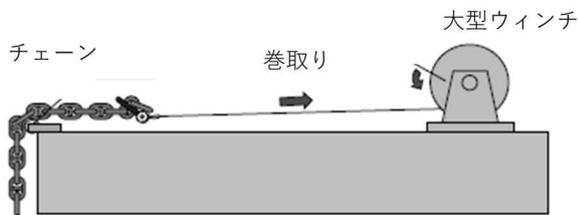


図-9 チェーンの巻き上げ

ケーブルと違い、チェーンはウィンチに巻き付けると絡み合うため、最終的にウィンチに巻き付いた状態で取り出す事が困難になる可能性があるため、ウィンチ手前(40m程度)まで巻き取り、その後、チェーンをシャックル等で固定し、切断を行い撤去する。(図-10)



図-10 チェーンの切断

切断を行った後に固定していたシャックルをまた新たに巻き上げ、8回程度同じ作業を繰り返す。

(5) 係留アンカー撤去

最終のアンカーについては、チェーンを最後まで巻き取り後、起重機船のクレーンを使用し撤去を行う。アンカーを撤去した後は、設置場所での作業は終わりのため、すぐに帰港する。

(6) GPS 波浪計陸揚げ

GPS 波浪計設置位置から帰港し、翌日 GPS 波浪計の陸揚げを行う。

6. 現地施工の苦労点・工夫点

① 撤去日の決定(苦労点)

この施工は長い施工期間で工事をしていく公共工事ではなく、気象・海象条件を見極め、1日かきもとなる工事のため、現場条件のいい日を特に選ばないといけない。このことから、現地の気象・海象予報のデータをより多く持つ必要があるため、気象庁、民間気象情報サービス等を利用し、撤去日を綿密に決定した。

② 引揚用ワイヤーの設置(工夫点)

引揚用ワイヤーは潜水士によって、係留設備の始め 30m程度のチェーンの下部にワイヤーをとおし、ブイ本体に巻き付けておく。(図-11)

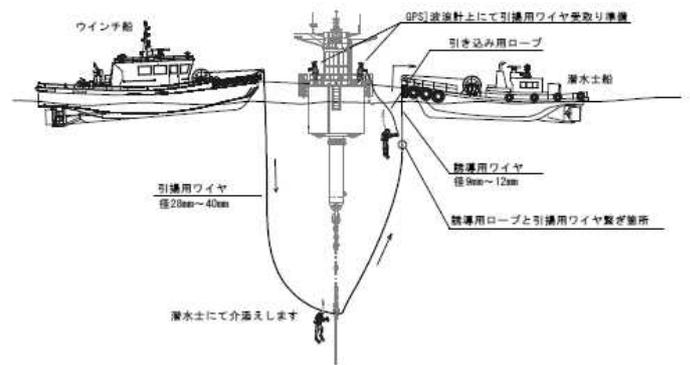


図-11 引揚用ワイヤー設置

これにより、ブイ本体をデッキにおいてからウィンチで一部チェーンを巻く作業がなくなるため、海上作業の時間が短くなる。だが、潜水作業をとまうため、作業中止基準として、潮流 1.5 ノットと設定し、潜水日については、見極める必要があった。

7. まとめ

本検討を用いることにより、事故がなく無事に工事を終えることができた。

また、今年度室戸岬沖 GPS 波浪計についても撤去を行うため、本検討を参考に安全に施工するよう気をつけ、事故がないように努めたい。